Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1891.

Nr. 1265 — 1278.

Redaction: Prof. Dr. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1892.

OCT 29 1892

Jahres-Bericht

über die

Thätigkeit der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

während des Amtsjahres vom 1. Mai 1890 bis zum 1. Mai 1891.

Die Zahl der Mitglieder des Vereins hat sich während des Amtsjahres 1890/91 nicht unerheblich vermehrt. Durch den Tod verloren wir zwei langjährige Mitglieder: Herrn Prof. Dr. Schwarzenbach und Herrn Prof. Dr. Mousson, welch' letzterer der Gesellschaft seit 1829 zuerst als ordentliches, später, nach seiner Uebersiedelung nach Zürich, als korrespondirendes Mitglied angehört hatte. Ausgetreten sind 6 Mitglieder, aufgenommen dagegen 28 Mitglieder, so dass die Mitgliederzahl im Ganzen um 21 zugenommen hat. Dieser beträchtliche Zuwachs ist zum Theil auf Rechnung der gedruckten Aufforderung zum Beitritt zu setzen, die im ganzen Kanton verschickt wurde. Heute, am 1. Mai 1891, beträgt die Zahl der Mitglieder 174.

Sitzungen wurden im Ganzen 15 abgehalten und durchschnittlich von 23 Mitgliedern und Gästen besucht. Eine der Sitzungen fand am 29. Mai 1890 in Magglingen bei Biel statt. Ausserdem machte die Gesellschaft am 14. Mai unter der Leitung des Herrn Forstmeister Zeerleder einen Ausflug zu den erratischen Blöcken des Grauholz und des Sädelbachwaldes. Beide Ausflüge fanden trotz der ungünstigen Witterung allgemeinen Anklang.

Es wurden im Laufe des Jahres 33 Vorträge gehalten, davon 21 mit Demonstrationen, und 15 kleinere Mittheilungen, meist mit Vorweisung von interessanten Gegenständen, gemacht. Von diesen Vorträgen und Demonstrationen gehörten 11 ins Gebiet der Geologie; 10 in das der Zoologie; 6 behandelten botanische Themata; auf das Gebiet der Chemie und der Geschichte der Naturwissenschaften entfielen je 4 Vorträge; 3 waren physikalischen Inhalts; je 2 erörterten Fragen der Physiologie, der physikalischen Geographie und der Mathematik; endlich je einer solche der Astronomie und Mineralogie. Meist riefen die Vorträge lebhafte Diskussionen hervor.

An den Vorträgen und kleinen Mittheilungen betheiligten sich folgende 26 Herren:

Prof. Dr. Baltzer	2 Vorträge, 1 Demonstration.
Rektor A. Benteli	1 Vortrag.
Prof. Dr. Brückner	2 Vorträge, 1 Mittheilung.
E. v. Büren-v. Salis	1 Demonstration.
Oberforstinspektor Coaz	1 Vortrag.
Dr. Dubois	1 Vortrag.

J. Fankhauser	1 Demonstration.
Prof. Dr. L. Fischer	1 Vortrag und 1 Demonstration.
Dr. Ed. Fischer	2 Vorträge.
Dr. H. Frey	3 Vorträge.
Prof. Dr. Graf	1 Vortrag und 1 Mittheilung.
Prof. Dr. Huber	2 Vorträge und 1 Mittheilung.
Custos v. Jenner	1 Demonstration.
Dr. Kissling	2 Demonstrationen.
Dr. Koby	1 Vortrag.
Prof. Dr. Kronecker	1 Vortrag.
Dr. Moser	1 Vortrag.
Rollier	1 Vortrag und 1 Demonstration.
Prof. Dr. Rossel (Gast)	1 Vortrag und 1 Demonstration.
Sekundarlehrer Rüefli	1 Vortrag.
Kantonschemiker Dr. Schaffer	1 Vortrag.
Sekundarlehrer Steck	1 Vortrag.
Prof. Dr. Strasser	1 Vortrag.
Prof. Dr. Th. Studer	3 Vorträge und 4 Demonstrationen.
Dr. Thiessing	1 Vortrag.
Prof. Dr. Tschirch	4 Vorträge.

Den genannten Herren sei hier noch unser besonderer Dank ausgesprochen.

Der nunmehr etwa 2 Jahre bestehende Lesezirkel der Gesellschaft wurde im abgelaufenen Vereinsjahr reorganisirt. Die Neuerungen bezwecken die Zirkulation der Mappen strenger zu regeln; aus diesem Grunde sollen vom 1. November 1890 an die Bussen unerbittlich eingefordert werden. Die Zahl der Theilnehmer am Lesezirkel ist auf 33 gestiegen. Diese grosse Zahl brachte es mit sich, dass die zuletzt eingetretenen Theilnehmer alle Zeitschriften erst 35—40 Wochen nach deren Erscheinen erhielten. Um diesem Uebelstand vorzubeugen, wurde die Einrichtung getroffen, dass in Zukunft nicht mehr alle neuen Zeitschriften beim Geschäftsführer in die Mappen eingelegt werden, sondern bei 4 verschiedenen Theilnehmern. Infolge dessen erhält nunmehr jeder Theilnehmer sowohl alte, als auch einige neue, d. h. höchstens 2 Monate alte Zeitschriften. Gleichzeitig haben jene 4 Vertrauensmänner die Pflicht, als Controlleure über die Regelmässigkeit der Zirkulation zu wachen.

In Zirkulation befinden sich gegenwärtig folgende 13 Zeitschriften: Nature, La Nature, Die Natur, Himmel und Erde, Le Naturaliste, Revue scientifique, Naturwissenschaftliche Rundschau, Feuille des jeunes naturalistes, Biologisches Centralblatt, American Naturalist, Revue des sciences, Ausland und Botanisches Centralblatt.

In der Sitzung vom 7. Juni 1890 wurde beschlossen, für die 10 Jahrgänge 1881 bis 1890 unserer Mittheilungen ein Register anfertigen zu lassen und dem Jahrgang 1890 beizugeben.

Der Universität Toronto, deren Bibliothek 1890 gänzlich abbrannte, hat die Gesellschaft eine Serie ihrer Publikation als Geschenk überlassen.

Zur Erhaltung eines interessanten erratischen Blockes oberhalb Biel, genannt Zwölfistein, steuerte die Gesellschaft 50 Fr. bei. Ebensoviel wurde der Centralkommission für schweizerische Landeskunde als einmaliger Beitrag zu den Kosten der Organisation überwiesen.

Am 23. Oktober 1890 feierte die Société de physique et d'histoire naturelle in Genf ihr 100jähriges Jubiläum; unsere Gesellschaft war bei dieser Gelegenheit durch die Herren Professoren Fischer und Studer als officielle Delegirte vertreten, welche die zu diesem Zweck freundlich zur Verfügung gestellte Arbeit des Herrn Prof. Dr. Graf über Micheli du Crest als Festschrift überreichten.

Im Winter lief bei der Gesellschaft die Aufforderung ein, sich an der, zur Feier des 70. Geburtstages von Herrn von Helmholtz geplanten Helmholtzstiftung zu betheiligen. Es wurde unter den Mitgliedern eine Sammlung veranstaltet, welche die hübsche Summe von 250 Fr. ergab.

In der letzten Sitzung des Berichtsjahres, am 25. April 1891, fand statutengemäss die Neuwahl des Präsidenten und des Vizepräsidenten statt; gewählt wurde zum Präsidenten für 1891/92 Herr Dr. S. Schwab, bisher Vicepräsident, und zum Vicepräsidenten Herr Rektor A. Benteli.

Nicht günstig wirkte auf den Besuch der Sitzungen auch in diesem Jahr der leider durch die Umstände veranlasste mehrfache Wechsel des Versammlungslokales. Im Sommer tagten wir im Café Weibel, mussten jedoch zu Beginn des Winters in das Hotel Pfistern übersiedeln und gleich darauf ins Hotel zum Storchen umziehen, in dem uns ein geräumiger Saal zur Disposition gestellt wurde. Hoffen wir, dass unser an Umfang immer mehr und mehr anwachsender Verein hier — wenigstens für die Wintersitzungen — eine Heimstätte für lange Zeit gefunden habe!

BERN, 1. Mai 1891.

Der Berichterstatter:

Ed. Brückner.

Sitzungs-Berichte.

829. Sitzung vom 10. Jannar 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 26 Mitglieder und Gäste.

1. Herr Professor Dr. G. Huber hält einen Vortrag: Forschungen aus dem Gebiete der Spectralanalyse. (S. d. Abhandlungen.)

2. Herr Professor Dr. A. Tschirch spricht über die Serehkrankheit des Zuckerrohres.

3. Derselbe demonstrirt und erläutert die von ihm und Prof. Frank herausgegebenen pflanzenphysiologischen Wandtafeln für den Unterricht

830. Sitzung vom 24. Januar 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 24 Mitglieder und 4 Gäste.

1. Herr Professor Dr. Rossel, als Gast anwesend, hält einen Vortrag über das chemische periodische Gesetz nach Mendelejeff.

2. Herr Professor Dr. L. Fischer demonstrirt ein getrocknetes Exemplar der zur Familie der Gnetaceen gehörenden **Welwitschia mirabilis,** das Herr Dr. H. Schinz in Zürich dem hiesigen botanischen Institut zum Geschenk gemacht hat. Der Vortragende erörtert die hauptsächlichsten morphologischen und anatomischen Eigenthümlichkeiten der Pflanze und legt zugleich die Tafeln der Hooker'schen Abhandlung «On Welwitschia» vor. Der Verbreitungsbezirk der Pflanze beschränkt sich auf die westafrikanischen Küstenländer zwischen 15 und 23° südl. Br. (Mossamedes, Damaraland, Hereroland etc.). Schliesslich wird noch die einzige inländische Species der Gnetaceen: die im Unterwallis vorkommende Ephedra helvetica vorgewiesen.

3. Herr Dr. Frey spricht **über den Höhlenfund bei Büsserach**: Im Herbste vergangenen Jahres 1890 wurde in einer Höhle bei Büsserach (Schwarzbubenland) ein prähistorischer Fund gemacht, dessen Ausbeutung der Referent, bei Anlass einer Wasserexpertise für die Gemeinde Arlesheim (Baselland), beizuwohnen Gelegenheit hatte. Die Höhle befindet sich gerade unterhalb der Ruine Thierstein, nahe der Strasse Büsserach Erschwyl und zwar im geologischen Horizonte Corallien; an einem vorgelegten Profile wird deren genaue Lage erläutert. Die interessanten Fundstücke, welche in zuvorkommender Weise vom Museumsvorstand in Solothurn

für die Demonstration zur Verfügung gestellt worden sind, bestehen in zahlreichen Knochenfragmenten von Bär, Wolf, Luchs, Steinbock, Hirsch, Rennthier und Schwein; dabei fanden sich Werkzeuge aus Feuerstein wie Pfeilspitzen, Messer, Schaber und ein zum Stechinstrument geschliffenes Knochenstück. Vom Menschen wurde nur ein zerschlagenes Wadenbein gefunden. Dieser dem ersten Steinzeitalter angehörende Fund ist merkwürdigerweise der erste auf dem doch so höhlenreichen Gebiete des Solothurner Jura.

4. Herr J. Fankhauser weist vor:

a) Palmacites, verkieselt, aus der Umgegend von Trub (Seltenbachgraben), Zone des Braunkohlenlagers Blapbach.

b) Vom Belpberg (marine Molasse): einen Seeigel sowie die Scheere eines Decapoden (Unicum).

c) Einen Murmelthierschädel aus der Kiesgrube (Moräne) bei Gümligen; ein anderer, ebenfalls von dort stammender Schädel ist vom Vortragenden seiner Zeit dem naturhistorischen Museum übergeben worden.

d) Schädel, Zähne und Knochen von wenigstens zwei Individuen des Murmelthieres, gefunden von Herrn Direktor Jenzer, übersendet von Dr. v. Ins. Fundort: neuer Einschnitt der Ostermundiger Steinbruchbahn.

831. Sitzung vom 7. Februar 1891.

Abends um 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 17 Mitglieder und 3 Gäste.

1. Herr Professor Dr. Th. Studer spricht über die Schneckenfauna der Dünen (s. d. Abhandlungen).

2. Herr L. Rollier spricht über **die Oxfordstufe von Brienz, verglichen mit derjenigen des Jura.** Es wurde zu wiederholten Malen der Versuch gemacht, die verschiedenen Jurastufen der classischen und wohluntersuchten Gegenden der Nordzone auch in den Alpen zu erkennen. Es gelang diess nicht immer in zutreffender Weise. Es traten viele Schwierigkeiten in den Weg, so besonders die Faciesunterschiede. Man ist deshalb oft zu der Meinung gekommen, die geologische Systematik wäre in den meisten Fällen unmöglich. Die geologischen Stufen entsprächen blos lokalen Verhältnissen und hätte man zum Beispiel die Stufenreihe anfangs in den Alpen unterschieden, so wäre man zu ganz andern Resultaten gekommen, und die Stufenreihe wäre eine ganz andere geworden. Ich gebe gerne zu, dass man gegenwärtig die Zeitabschnitte der geologischen Bildungen noch nicht gekennzeichnet hat, aber es haben in der Erdgeschichte Erscheinungen, die man früher Revolutionen geheissen hat, stattgefunden, welche Veränderungen in dem geologischen Absatz der alten Meere mit sich gebracht haben.

Dies ist besonders im mitteleuropäischen Jurameer der Fall gewesen. Betrachtet man zum Beispiel die scharfe Grenze, welche im Kanton Aargau und anderwärts zwischen Dogger und Malm vorkommt, so muss man erkennen, dass zu damaliger Zeit Ufer-Störungen stattgefunden haben, neue Wasserströme haben im Jurameer ein reichhaltigeres Material zugeführt, und eine neue Stufe hat sich gebildet. Ich möchte aber diese Betrachtungen nicht auf Grundlage der Theorie stützen, da man ja vieles einzuwenden hätte, sondern auf Grundlage der geologischen Forschung.

Kennen wir einmal durch lokale Monographien die geologischen Verhältnisse der verschiedenen Länder genauer, dann können wir auch durch Vergleichung die Stufenbildung besser auffassen.

Im reichhaltigen Material, welches in der Ooster'schen Sammlung aus dem Oxfordschiefer des Berner Oberlandes aufbewahrt wird, finden sich zum Theil gut erhaltene und verkieste Ammonitenarten, die ich einer neuen Bestimmung unterzogen habe und die mit den charakteristischen Arten der nördlichen Oxfordstufe vollkommen übereinstimmen. Andere Fossilien als Ammoniten und langgestreckte Belemniten sind keine vorhanden, dieselben werden indessen wohl genügen um die nämliche Zusammensetzung der Stufe, wie sie in der Nordzone bekannt ist, erkennen zu lassen.

I. Zone des Ammonites Mariae. Es hat Hr. Douvillié letzthin gezeigt,*) dass die verflachten Abarten des Am. Mariae nach den d'Orbigny'schen Figuren irrthümlich als Am. Lamberti bestimmt werden. Letztere Art kommt nämlich auch im Jura nur mit Am. ornatus in der oberen Kellowaystufe vor. Am. Mariae muss desshalb die untere Unterabtheilung der Oxfordstufe, also den Mergel von Châtillon südlich von Delsberg charakterisiren. Wir können als bezeichnende Ammoniten für diese Unterabtheilung folgende Arten aufzählen:

Ammonites Mariæ d'Orb.
„ sulciferus Op.
„ Babeanus d'Orb.
„ lunula Ziet.
„ punctatus Stahl.
„ Hersilia d'Orb.
„ denticulatus Ziet.
„ suevicus Op.

Sämmtliche Arten findet man in Châtillon, in Rouges-Terres, in Reussilles im Jura, nebst andern durchgehenden oder seltenern Formen.

Aus der Umgebung von Brienz, von der Oltschialp, von der Wendenalp**), von Unterhaid bei Meyringen und von Erzeck an der Grenze von Unterwalden sind im Berner Museum die nämlichen Arten vorhanden, ausgenommen Am. Hersilia. Besonders schön und typisch ist Ammonites suevicus Op., aus welchen Exemplaren Herr Ooster Am. Brunneri gemacht hat.

Ausserdem ist im Oxfordschiefer des Berneroberlandes Am. tortisulcatus d'Orb. der häufigste Ammonit. Die Art kommt indessen in Châtillon auch vor; da sie aber in der höheren Aargaustufe, in den Birmensdorferschichten wieder auftritt, wenn sie überhaupt nicht eine andere Form darstellt, so kann dieselbe kaum dazu dienen, den Horizont zu charakterisiren. Dann kommen noch im Oberlande zwei schöne Arten nicht selten vor, die man aus dem Jura fast nicht kennt; es sind Am. Zignodianus d'Orb. und Am. Puschi d'Orb. (tatricus Pusch.)

II. *Zone des Ammonites cordatus.* Die häufigsten und wohl charakterisirten Formen dieser mittleren Unterabtheilung der Oxfordstufe sind im Berner-Jura folgende:

---

*) H. Douvillié. Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le bassin de Paris. Bull. Soc. géol. de France, 3e série, t. IX, p. 442.

**) Siehe Baltzer: Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk im Berner Oberland (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz 20. Lief.) p. 49. Auch Mösch: Verhandlungen der schweiz. nat. Gesell. 1875 p. 262.

Ammonites cordatus Sow.
„ plicatilis Sow.
„ perarmatus Ziet.
„ Henrici d'Orb. (Delemontanus Op.)
„ oculatus Phil.

Es befindet sich in der Oosterschen Sammlung ein kleiner typischer Am. cordatus vom Brünig, beim Hôtel Hochwacht gefunden. Ammonites plicatilis hat Herr Prof. Baltzer in schönen grossen und verkiesten Exemplaren in Unterhaid bei Meyringen gesammelt. Ammonites Henrici ist auch von Meyringen vorhanden.

Es wäre somit die zweite Zone der Oxfordstufe auch im Oxfordschiefer der Alpen nachweisbar, und so werden sich wohl aus dieser Zone noch etliche gute Arten erwarten lassen. Merkwürdiger Weise hat sich kein einziges Stück von Am. Renggeri Op., der sonst im Jura in der ersten sowohl als in der zweiten Zone in etlichen Varietäten nicht selten ist, im Oxfordschiefer der Alpen gezeigt. Diese kleine Art wird wahrscheinlich an gewisse lokale Verhältnisse gebunden gewesen sein.

III. *Zone der Pholadomya exaltata.* Das echte Terrain à Chailles, die Knollenschichten, dürfen wir stratigraphisch nicht als eine weit verbreitete Bildung ansehen. Schon im südlichen Theil des Berner-Jura, wo die gesammte Oxfordstufe sich auszukeilen beginnt, sind diese sonderbaren Kalkmergelkonkretionen mit Pholadomyen kaum mehr entwickelt. Diese stratigraphischen Verhältnisse werden wir deswegen auch in den Alpen reducirt antreffen. Wir würden auch, um die Zone allgemein zu charakterisiren, besser thun, ihre Ammonitenfauna zu studieren. Dieselbe ist nicht besonders reich an Arten und an Individuen. In Montfaucon kommen grosse Perisphincten vor, die man wohl als Am. plicatilis ansehen darf. Etliche mögen schon Am. Martelli Op. sein. Am. Goliathus d'orb. Am. perarmatus Ziet. sind in seltenen Exemplaren da. Auch Am. Henrici kommt vor. Ganz auffallend ist der Fund, welchen Herr Dr. Thiessing in genannter Lokalität machte, nämlich ein wohl erhaltenes und charakteristisches Exemplar des Ammonites transversarius Op., das im oberen Theil der Knollenschichten, im sogenannten Terrain à Chailles siliceux, vorkam. Dies ist um so bemerkenswerther als die Art als den Horizont der Birmensdorferschichten charakterisirend angesehen wird, und eben stimmt mit der Parallelisirung der Birmensdorferschichten mit dem oberen Terrain à Chailles, besser gesagt mit den Liesbergerschichten. Der Uebergang zwischen Oxford und Liesbergerschichten ist nämlich in Montfaucon ein ganz allmähliger. Anderwärts ist auch beim Hôtel Fridau, nördlich von Oberbuchsiten, von Prof. Lang und Dr. Ed. Greppin ein Stachel von Cidaris cervicalis Ag., und Pholadomya hemicardia Röm. in den typisch entwickelten Birmensdorferschichten gefunden worden.

Ammonites transversarius ist nun weiter auch im Erzeck nordöstlich von Meyringen im dortigen Oxfordschiefer vorgekommen. Herr Dr. Mösch betrachtete seiner Zeit dieses seltene und doch typische Exemplar als sehr werthvoll. Diese Art würde uns also auch die obere Parthie der Oxfordstufe ankündigen, und es würde somit trotz der geringen Mächtigkeit die Oxfordstufe des Berner-Oberlandes mit derjenigen des Jura paläontologisch vollkommen übereinstimmen.

Aus diesen Betrachtungen ersehen wir, wie die nämlichen, aus frei schwimmenden Thieren wie die Ammoniten bestehenden Faunen, sich in

mehr oder weniger weit entfernten Gegenden wieder auffinden lassen, und auf diese Weise das relative Alter der Erdschichten festzustellen ermöglichen. Und dass diese beiden Faunen, d. h. die Brienzerfauna und diejenige des Jura, wohl zum gleichen Zeitabschnitt gehören, lässt sich nicht läugnen, da das Jurameer sich offenbar frei über die ganze Schweiz und auch weiter nördlich und südlich erstreckt hat. Dazu kommt noch, dass die gegenüber anderen Thierklassen relativ rasch vor sich gehende Entwickelung der Ammoniten an keinen lokalen Stillstand in ganzen Faunengruppen denken lässt. Es beruhen ferner solche Beispiele, wie man sie für Am. cordatus, der im Kelloway des Aargaus und des Neuenburger-Jura vorkommen soll, angeführt hat, auf Irrthum und Verwechslung der geologischen Schichten.*) Am. cordatus bleibt charakteristisch für die mittlere und die obere Parthie der Oxfordstufe, und das nämliche gilt auch für die oben angeführten Ammonitenarten.

Die Ammoniten sind eben die freien Söhne des alten Jurameeres gewesen, sie haben eine grosse Verbreitung gehabt und überall wo sie jetzt verkiest, verkalkt und versteinert liegen, sprechen sie uns von den schönen und zahlreichen Lebenshorizonten, welche in der Ewigkeit der Vergangenheit einer nach dem andern aufgeblüht haben!

832. Sitzung vom 21. Februar 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 20 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Professor Dr. G. Huber spricht über conforme Abbildung eines Kreises auf das Innere einer Epicycloide. (s. d. Abhandlungen.)

2. Herr Professor Dr. Kronecker hält einen Vortrag über die Oekonomie menschlicher Leistung.

3. Herr Professor Dr. Th. Studer berichtet über **eine neue Corallengattung Schizophytum**, welche während der Forschungsreisen des Prinzen A. von Monaco im atlantischen Ocean, bei den azorischen Inseln, gefischt wurde. Dieselbe gehört der neuerdings von *Danielssen* unterschiedenen Familie der Organidae (Alcyonacea) an. Der Polypenstock besteht aus langen Polypenröhren, welche direkt mit ihren Wandungen zusammenhängen, ohne dass dazwischen Coenenchym entwickelt ist. In verschiedener Höhe werden die Polypen frei und bilden dann frei hervortretende Becher von 6 mm. Länge, welche am Ende die bei den conservirten Exemplaren eingefaltete Tentakelkrone tragen. Ein Becher bildet die Spitze der Colonie. Aus der Körperwand ragen überall die Spitzen der sternförmig gestalteten Spicula hervor. Diese Coralle zeigt die bei den Alcyonacien bis dahin nicht beobachtete Erscheinung einer Vermehrung durch Längstheilung. Man trifft einzelne Kelche, deren Mundscheibe einseitig verlängert und von 16 Tentakeln umgeben ist, andere an welchen sich zwei Mundöffnungen und zwei Kränze von 8 Tentakeln, sowie zwei getrennte Oesophagealrohre gesondert haben, die Seitenwände beider hier in Theilung begriffenen Individuen aber noch im Zusammenhang stehen. An

*) A. Jaccard, Description du Jura vaudois et neuchâtelois, p. 213.

Querschnitten lässt sich ein Theilungsvorgang sicher constatiren. Exemplare solcher in Theilung begriffener Kelche werden vorgezeigt.

Die einzige Art wird Schizophytum echinatum n. sp. benannt.

833. Sitzung vom 7. März 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 20 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Sekundarlehrer Rüefli hält einen Vortrag: **Zu Moussons Verdienst um das Mikrophon:** In einer interessanten Arbeit des Herrn *A. M. Tanner,* welche in Nr. 678, Vol. XXVII des «Telegraphic Journal and Electrical Review, London» erschienen ist, hat die Bedeutung Moussons in der Entwicklungsgeschichte des Mikrophons eine zum Teil unzutreffende Darstellung gefunden, weshalb eine bezügliche Richtigstellung notwendig ist.

In « Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, XIV. Band, 1855», findet sich eine Arbeit Moussons abgedruckt, in welcher dieser Forscher seine Untersuchungen über die Veränderungen des galvanischen Leitungswiderstandes in den Metalldrähten darlegt. Durch diese Untersuchungen hat Mousson unter anderem folgende Thatsachen konstatirt:

1. Wenn ein galvanischer Strom aus einem leitenden Körper in einen andern übergeht, so hat er an den Berührungsstellen einen Widerstand zu überwinden, welcher um so geringer ist, je stärker die beiden Leiter an den Kontaktstellen gegen einander gedrückt werden.

2. Stehen zwei leitende Körper in leichter Berührung, so ändert sich der Leitungswiderstand an den Kontaktstellen bisweilen auch bei konstantem Druck.

Die erste dieser Thatsachen hat Mousson zum mindesten ein Jahr vor *du Moncel* entdeckt; hier kommt ihm also unbestreitbar die Priorität zu.

Die Behauptung des Herrn Tanner, Mousson habe durch seine Untersuchungen konstatirt, dass bei leichtem Kontakt *ohne Druck* der Leitungswiderstand durch die Wirkung des Stromes selbst variabel sei, ist durchaus unzutreffend. Mousson hat bei den bezüglichen Untersuchungen über leichten Kontakt ohne Druck gar keine Versuche angestellt; in allen Fällen waren die kreuzweise aufeinander gelegten Drähte mit einem Druck von wenigstens 125 Gramm belastet. Aber auch wenn dies nicht der Fall gewesen wäre, so musste, da die Drähte aufeinander gelegt waren, der eine durch sein Gewicht auf den andern einen Druck ausüben. Dabei zeigte sich also der Leitungswiderstand nicht bei leichtem Kontakt *ohne Druck,* sondern bei lockerer Berührung mit *konstantem Druck* variabel.

Von den beiden durch Moussons Versuche konstatirten Tatsachen ignorirt Herr Tanner in seiner Darstellung gerade diejenige, welche beim Mikrophon zur Anwendung kommt, nämlich die Veränderlichkeit des Leitungswiderstandes bei variablem Kontaktdruck. Dagegen stellt er den variablen Leitungswiderstand bei leichtem Kontakt ohne Druck in den Vordergrund, während doch Mousson so etwas gar nicht entdeckt hat, und ausserdem die von ihm wirklich konstatirte Thatsache des veränderlichen Widerstandes bei leichter Berührung mit konstantem Druck für das Mikrophon nur den Charakter eines störenden Faktors haben kann.

Die Apparate, über welche Mousson nach dem Bericht über die Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft vom Jahr 1861 Mittheilungen machte, können freilich als Mikrophon-Transmitter gebraucht werden, aber keineswegs « ganz gut » und nicht *durch* ihre bestimmungsgemässe Wirkungsweise, sondern *trotz* derselben. Um diese Apparate zu leidlich brauchbaren Transmittern zu gestalten, müsste man die bei ihrem Gebrauch eintretende rollende, balancirende oder wippende Bewegung unmöglich machen, d. h. man müsste ihnen gerade das nehmen, was ihren Charakter ausmacht. Ausserdem muss geltend gemacht werden, dass die hier in Betracht kommenden Erfinder (*de la Rive* 1845, *Rollmann* und *Page* 1850, *Gore* und *Forbes* 1858, *Mousson* 1861) keineswegs die Absicht hatten, ihre Apparate zur Uebertragung von Schallschwingungen zu benutzen.

Soviel aber kann zugestanden werden, dass diese Apparate geeignet waren, als vorbereitende Arbeiten auf die Erfindung des Mikrophons hinzuleiten; denn es konnte durch dieselben gezeigt werden, dass es möglich ist, durch eine regelmässige und rasch wechselnde Folge mechanischer Einwirkungen einen ursprünglich konstanten galvanischen Strom in einen undulirenden, regelmässig an- und abschwellenden Strom umzuwandeln, wie er beim Mikrophon zur Anwendung kommt. Ob aber die angeführten Apparate diesen Dienst der Wegleitung bei der Erfindung des Mikrophons wirklich geleistet haben, muss zum mindesten als zweifelhaft betrachtet werden; denn die Erfinder, welche auf diesem Gebiete bahnbrechend gearbeitet haben, nämlich *Reis, Bell, Edison* und *Hughes,* sind thatsächlich von andern Ausgangspunkten und auf wesentlich andern Wegen zu ihren Erfindungen gelangt.

Da das *erste* von *Philipp Reis* im Jahr 1861 erfundene *Telephon* nicht nur durch *Stromunterbrechungen,* sondern theilweise auch durch *Aenderungen des Kontaktdruckes* wirkte, so kam das Prinzip des Mikrophons *praktisch* schon bei diesem Apparate zur Geltung, weshalb derselbe in diesem beschränkten Sinne als das erste, noch sehr unvollkommene *Mikrophon* betrachtet werden darf. Um den Uebertragungsapparat des Reis'schen Telephons zu einem Mikrophon-Transmitter zu gestalten, braucht man nur die leicht veränderlichen Kontaktstellen durch Anwendung eines hinreichenden Druckes so zu konstruiren, dass die zu übertragenden Schallschwingungen keine Stromunterbrechungen, sondern nur noch Aenderungen des Kontaktdruckes bewirken.

Die Bedeutung Moussons in der Entwicklungsgeschichte des Mikrophons besteht darin, dass er das dem Mikrophon zu Grunde liegende Prinzip, nämlich das Gesetz von der Veränderlichkeit des galvanischen Leitungswiderstandes bei variablem Kontaktdruck zuerst entdeckt hat. Wenn auch Herr Tanner in seiner teilweise unzutreffenden Darstellung diese Thatsache ignorirt, so kommt seiner interessanten Arbeit doch immerhin auch das nicht geringe Verdienst zu, dass er auf die Bedeutung Moussons auf diesem Forschungsgebiete hingewiesen und dadurch Veranlassung geboten hat, eine sehr wichtige, in Vergessenheit gerathene Leistung eines schweizerischen Naturforschers wieder an's Licht zu ziehen.

2. Dr. Ed. Fischer bespricht **einige eigenthümliche knollenförmige Pilzbildungen,** nämlich:

a) *Pachyma Cocos*, welches besonders in Carolina und China vorkommt. In Europa wurde dasselbe zum ersten Male von Otth (Mittheilungen der bernischen Naturforschenden Gesellschaft 1865,

pag. 172) angegeben und zwar aus dem Forst bei Bern, wo es allerdings nicht wieder beobachtet worden ist. In neuerer Zeit wurde es in Frankreich (St. Palais sur mer, Charente inférieure) aufgefunden. — Es handelt sich um knollenförmige Anschwellungen von Baumwurzeln, die beim Anschneiden eine den Holzkörper umgebende oder durchsetzende, compacte, weisse Masse erkennen lassen. Dieselbe zeigt einen eigenthümlichen Bau: sie besteht nämlich aus dünnen Pilzhyphen uud sonderbar gestalteten, ganz unregelmässigen, stark lichtbrechenden Körpern. Die letztern sind aus den Hyphen hervorgegangen durch eine eigenthümliche Umwandlung der Membran. Die Entwicklung des Pachyma auf den Wurzeln hat eine Zerstörung ihres Holzkörpers zur Folge. Da Fructificationsorgane bis jetzt noch nicht aufgefunden worden sind, so bleibt die Bedeutung und systematische Stellung des Pachyma Cocos noch unklar. Vortragender hält es indess für wahrscheinlich, dass es sich um ein Sklerotium handelt, aus welchem später (Hymenomyceten?-)Fruchtkörper hervorwachsen. *)

b) *Knollenförmige Körper, denen Polyporusformen aufsitzen,* welche mit *Polyporus sacer* Fries identisch oder doch nahe verwandt sind. Diese Körper sind in ihrem Baue dem Pachyma Cocos ähnlich: sie bestehen aus Hyphen und Stärkekorn-ähnlichen, rundlichen, lichtbrechenden Körpern; da die genetische Zusammengehörigkeit der letztern mit den Hyphen sehr wahrscheinlich ist und da ferner die Hyphen sich direkt in das Geflecht des Polyporusstieles fortsetzen, so ist anzunehmen, dass der Polyporus die *Fructification* des Sklerotiums darstellt und nicht auf letzterem parasitirt, was auch denkbar wäre.

c) Die *Pietra fungaja,* eine in Süditalien vorkommende, grosse, knollenförmige Bildung, welche aber nicht ein eigentliches Sklerotium, sondern ein mit Erde etc. vermischtes Mycel des Polyporus tuberaster ist.

d) *Mylitta australis* aus Australien und Van Diemensland. **)

Für Näheres sei auf den Aufsatz des Vortragenden in „Hedwigia“, Band XXX, 1891, Heft 2, pag. 61—103, hingewiesen.

834. Sitzung vom 14. März 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 21 Mitglieder und 1 Gast.

1. Herr Professor Dr. A. Tschirch hält einen Vortrag über die Flora des indo-malayischen Archipels.

---

*) Seither hat Ch. Bommer (Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique, T. XXIX, 2ème partie, p. 146—148) eine Notiz veröffentlicht, nach welcher Polyporus umbellatus Fr. Sclerotien besitzt, deren Bau demjenigen von Pachyma Cocos sehr ähnlich, wenn nicht sogar mit ihm ganz übereinstimmend ist.

**) Aus der analog gebauten Mylitta lapidescens haben Cohn und Schroeter, laut einer dem Vortragenden seither zugegangenen Arbeit (Band XI, Heft 2 der Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg) den Fruchtkörper einer Omphalia hervorwachsen sehen; es ist daher wohl auch Mylitta australis als Sklerotium zu betrachten.

2. Herr Rector Benteli spricht über **einen Vorzug der Formen von stetiger Krümmung.** Veranlassung zu dem Vortrage gab ihm eine Stelle aus dem Expertenbericht des Herrn Architecten Wild, Direktors des Gewerbemuseums in St. Gallen, über das bautechnische Zeichnen an der Ausstellung der Arbeiten der vom Bunde subventionirten gewerblichen Fortbildungsschulen in Zürich, im September 1890. Herr Wild tadelt das Zeichnen geometrischer Profile; alle Profile sind von freier Hand zu ziehen.

Von einer einlässlichen Betrachtung des Sehprocesses ausgehend, wobei die Muskelbewegung besonders berücksichtigt wurde, begründet der Vortragende das grössere physische Wohlgefallen an Formen mit stetiger Krümmung gegenüber Formen, die durch Kreisbogencombinationen entstehen und schliesst mit einigen Bemerkungen über das aesthetische Wohlgefallen an den Formen, welches nicht von vorne herein durch das physische Wohlgefallen bedingt ist.

835. Sitzung vom 11. April 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 28 Mitglieder und Gäste.

1. Herr Oberforstinspector Coaz hält einen Vortrag über die schweizerischen und einige ausländische, in der Schweiz acclimatisirte Coniferen. Die Ausführungen des Vortragenden sind begleitet von der Vorweisung zahlreicher Zapfen.

2. Herr Dr. C. Moser spricht über die Coïncidenz von Ostern und Frühling im Laufe des zwanzigsten Jahrhunderts.

3. Herr E. v. Büren-v. Salis weist **einige seltene Aberrationen bei Schmetterlingen** vor:

Argynnis aglaja, grosser Perlmutterfalter, gefangen auf Hasliberg 1889. Oberseite der Vorder- und Hinterflügel ganz tiefschwarz, auf dem Vorderflügel ist nur ein grosser Wurzelfleck, — ein kleiner Fleck in der Mittelzelle von der typischen Grundfarbe, — auf den Hinterflügeln ist die Zeichnung noch erkennbar.

Arctia purpurata, Purpurbär, von Zürich. Die grauen Flecken der Vorderflügel sind bedeutend grösser und dunkler, ebenso die schwarzen Flecken des Hinterflügels, welche ineinander verschwimmen, so dass derselbe fast ganz schwarz erscheint.

Aglia tau, ab. lugens, von Thüringen. Vorderflügel erscheinen schwarz berusst, doch bleiben Stellen von der typischen Grundfarbe auf der Mittelzelle, beim ♂ gewöhnlich noch mehr, so dass nur der Vorderrand und der breite Aussenrand tief schwarz gefärbt sind. Hinterflügel nur schwarze Ränder, innen von normaler Farbe.

Wird künstlich gezüchtet und scheint Lokalvarietät zu sein.

Von Argynnis aglaja und Aglia tau sind sonst keine Varietäten bekannt, von Arctia purpurata nur die aberrat. flava mit gelben Unterflügeln; diese Arten gehören also zu den unveränderlichsten, die wir kennen und es sind desshalb solche Vorkommnisse um so werthvoller.

836. Sitzung vom 25. April 1891.

Abends 7½ Uhr im Gasthof zum Storchen.

Vorsitzender: Herr Professor Dr. Brückner. Anwesend 21 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Wahlen: Zum Präsidenten für das Vereinsjahr 1891/92 wird ernannt Herr Dr. S. Schwab, bisheriger Vicepräsident, zum Vicepräsidenten Herr Rector A. Benteli.

2. Herr Professor Dr. Ed. Brückner hält einen Vortrag über Schwankungen des Meeresspiegels und Bewegungen der Continente.

3. Herr Kantonschemiker Dr. Schaffer spricht über Bierpressionen.

4. Herr Professor Dr. L. Fischer weist im Anschluss an seinen Vortrag in der Sitzung vom 24. Januar eine Photographie der Welwitschia mirabilis an ihrem natürlichen Standort vor.

837. Sitzung vom 20. Juni 1891.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Effingergarten.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 19 Mitglieder und 3 Gäste.

1. Der Präsident theilt den Anwesenden den am 30. Mai erfolgten Hinschied des Herrn Gymnasiallehrer Koch mit und gedenkt mit warmen Worten seiner Verdienste als langjähriges Mitglied und besonders als Bibliothekar der Gesellschaft (s. den Nekrolog). Er hat der bernischen naturforschenden Gesellschaft die naturwissenschaftlichen Werke seiner Bibliothek nach Auswahl der Herren Prof. Wolf und Prof. Graf und ferner die Summe von 500 Fr. zur Erweiterung der Bibliothek vermacht. Zum Zwecke der Antragstellung über die specielle Verwendung dieser Summe wird eine Commission gewählt.

2. Herr Professor Dr. Ed. Brückner verliest den Jahresbericht pro 1890/91.

3. Herr Professor Dr. Baltzer legt folgende Mittheilungen vor:
   a) Ueber die Interglacialzeit auf der Südseite der Alpen.
   b) Ueber ein glaciales Profil im Rheinthal.
   c) Zur Herkunft der bernischen bunten Nagelfluh.
   (s. d. Abhandlungen.)

4. Herr Dr. E. v. Fellenberg legt einen von Herrn Rollier verfassten Bericht über die palaeontologischen Sammlungen des naturhistorischen Museums vor (s. d. Abhandlungen), dem er einige Mittheilungen über die Publicationen und die Sammlung des Herrn Ooster beifügt.

5. Herr Professor Dr. Th. Studer legt die vorläufige Publication seiner Untersuchungen über die Corallen der Hirondelle-Expedition vor.

838. Sitzung vom 31. October 1891.

Abends 7½ Uhr im Restaurant Effingergarten.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 18 Mitglieder und 2 Gäste.

1. Herr Dr. Ed. Fischer spricht **über die sog. Sklerotien-Krankheiten der Heidelbeere, Preisselbeere und der Alpenrose.** Zuweilen beobachtet man an der gewöhnlichen Heidelbeere *Vaccinium Myrtillus L.* das Vorkommen

von weissen oder weisslich gefärbten Früchten. Diese sogen. weissen Heidelbeeren sind zweierlei Dinge:*) in den einen Fällen handelt es sich einfach um eine Varietät, bei der die Pigmentbildung ausblieb, in den andern Fällen dagegen haben wir es mit einer Pilzkrankheit der Beeren zu thun: die letztern haben zwar ihre Form annähernd beibehalten, aber an Stelle ihres fleischigen Gewebes ist das Sklerotium eines Ascomyceten, *Sclerotinia Vaccinii (Schröter)* getreten. Diese Erkrankung der Heidelbeeren wurde 1878 von Schröter **) entdeckt. Späterhin hat dann Woronin ***) drei weitere *Sclerotinia*-Arten aufgefunden, die in Vaccinieen-Beeren Sklerotien bilden: *Scl. Vaccinii Wor.* auf der Preisselbeere, *Scl. megalospora Wor.* auf *Vaccinium uliginosum L.* und *Scl. Oxycocci Wor.* auf *Oxycoccos palustris Pers.* Vortragender schildert nun an der Hand der schönen Untersuchungen Woronins die Entwicklungsgeschichte dieser Pilze, insbesondere der *Scl. Vaccinii.*

Seitdem durch Woronin die Aufmerksamkeit allgemeiner auf diese interessanten Pilze gelenkt worden ist, hat man dieselben vielerorts aufgefunden. Ascherson und Magnus haben in jüngster Zeit eine Zusammenstellung der bis dahin bekannt gewordenen Standorte gegeben. †) **Aus der Schweiz** führen sie einzig *Scl. baccarum (Schröter)* an und zwar vom Bürgenstock (von Woronin beobachtet). — Vortragender hat *Scl. Vaccinii Wor.* am Wege vom Kurhaus St. Beatenberg nach dem Niederhorn, am Sigriswylgrat (Berner Oberland), am Zigerhubel (Gurnigelberge) und bei Davos aufgefunden, *Sclerotinia baccarum (Schröter)* am Ostermundigenberg bei Bern und auf der Falkenfluh (Kt. Bern).

Die vier genannten Sklerotien-Krankheiten befallen sämmtlich Vaccinieen; es lag nun aber nahe zu vermuthen, dass auch andere Ericaceen von analogen Krankheiten befallen werden, und in der That gelang es dem Vortragenden in diesem Sommer auf dem Sigriswylgrate **Alpenrosen** *(Rhododendron ferrugineum L.* und *hirsutum L.)* zu finden, **deren Früchte von Sklerotien befallen waren.** Gewöhnlich zeigten sich dabei in einem Fruchtstande nur 1—2 Früchte erkrankt, selten mehr. Während die sklerotienbehafteten Heidelbeeren und Preisselbeeren von den normalen namentlich durch ihre Farbe stark abstechen, ist das für die erkrankten Alpenrosenfrüchte nicht der Fall, vielmehr sind sie von den gesunden, solange diese noch nicht aufgesprungen sind, fast nicht zu unterscheiden. Sie haben beinahe genau die Form und Grösse der letztern, höchstens dürften sie etwas kürzer und dicker sein; ferner unterscheiden sie sich durch ihre grössere Härte und dadurch, dass sie leichter vom Stiele abfallen. Auf Querschnitten zeigt sich der ganze Hohlraum der Fächer ††)

---

*) P. Ascherson und P. Magnus: Die weisse Heidelbeere (Vaccinium Myrtillus L. var. leucocarpum Hausm.) nicht identisch mit der durch Sclerotinia baccarum (Schroet.) Rehm. verursachten Sklerotienkrankheit. (Berichte der deutschen botan. Gesellschaft VII 1889 p. 387.)

**) Weisse Heidelbeeren, eine Pilzkrankheit der Beeren von Vaccinium Myrtillus L. (Hedwigia XVIII 1879 p. 177 ff.)

***) Ueber die Sklerotienkrankheit der Vaccinieenbeeren. (Mémoires de l'académie imp. des sciences de St. Petersbourg VII Sér. Tome XXXVI Nr. 6.)

†) Die Verbreitung der hellfrüchtigen Spielarten der europäischen Vaccinien, sowie der Vaccinium bewohnenden Sclerotinia-Arten. (Verhandl. der k. k. zoolog.-botan. Gesellschaft in Wien. Jahrg. 1891, p. 677 ff.)

††) Bei Scl. Vaccinii Wor., baccarum (Schroet.) und Oxycocci Wor. stellt das Sklerotium eine hohle Kugel dar, während Scl. megalospora Wor. die Fruchtknotenfächer mit ihrem Sklerotiumgeflechte ganz ausfüllt und dadurch sich unserm Falle am meisten nähert.

von weissem wirrem Geflechte dickwandiger Hyphen erfüllt, in welchem die geschrumpften und von Hyphen durchsetzten Ueberreste der Samen und Placenten eingebettet sind. An der Grenze der Fächer erkennt man noch den Verlauf der Fachscheidewände und nach aussen die hyphendurchsetzten Reste der Aussenwand, an der die charakteristischen Schuppenhaare noch ansitzen. Bei makroskopischer Betrachtung sieht man alle diese Ueberreste der Gewebe der Frucht sich braun von der weissen Sklerotiummasse abheben.

In ihrem ganzen Auftreten zeigen diese Sklerotien so viel Analogie mit denjenigen der Vaccinieenbeeren, dass man wohl kaum daran zweifeln kann, dass es sich auch hier um eine *Sclerotinia* handle. Vortragender bezeichnet dieselbe als *Sclerotinia Rhododendri nov. spec.*, natürlich unter dem Vorbehalt, dass die weitere Untersuchung, über welche er später berichten zu können hofft, auch wirklich die Entstehung einer *Sclerotinia*-Becherfrucht aus dem Sklerotium ergibt. Falls dies zutrifft, so haben wir hier das erste Beispiel einer in einer Kapselfrucht entwickelten *Sclerotinia* vor uns.

2. Herr E. Anderegg hält einen Vortrag über den Generationswechsel bei Gallwespen und Fichtenläusen (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres).

839. Sitzung vom 14. November 1891.

Abends 7½ Uhr im Hotel du Jura.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 30 Mitglieder und 3 Gäste.

1. Herr v. Wattenwyl v. Montbenay hat in seinem Testamente eine Summe für wohlthätige, religiöse und gemeinnützige Zwecke ausgesetzt, deren Vertheilung er dem Gutfinden seiner Erben überliess. Dieselben haben beschlossen, der naturforschenden Gesellschaft einen Beitrag von Fr. 1500 zuzuwenden. Die Anwesenden erheben sich zum ehrenden Andenken an den Verstorbenen, der seit 1848 der Gesellschaft als Mitglied angehört hatte und zum Ausdrucke des Dankes für diese schöne Gabe von ihren Sitzen.

2. Herr Professor Dr. Ed. Brückner spricht über die Entstehung der grossen atmosphärischen Wirbel (Cyclonen und Anticyclonen.)

3. Herr Professor Dr. L. Fischer lässt Photographien zweier der grössten Exemplare der californischen Sequoia gigantea (Mammuthbaum) circuliren.

4. Herr Dr. Thiessing demonstrirt einige Silexbildungen aus dem Jura und aus der englischen Kreide, z. Th. als Versteinerungs- oder Umhüllungsmaterial für organische Ueberreste.

5. Herr Dr. S. Schwab zeigt ein Exemplar der Mistel auf Weisstanne vor.

840. Sitzung vom 25. November 1891.

Abends 7½ Uhr im Hotel du Jura.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 24 Mitglieder und Gäste.

1. Am 14. November starb unerwartet der langjährige Präsident der naturforschenden Gesellschaft des Kantons Graubünden: Herr Dr. med. E. Killias. Es wurde Namens der bernischen naturforschenden Gesellschaft

an die Familie, sowie an den Vicepräsidenten der Graubündner naturforschenden Gesellschaft ein Beileidstelegramm gesandt, und Herr Oberforstinspector Coaz vertrat unsere Gesellschaft bei der Beerdigung. Letzterer, sowie Herr Th. Steck machen dann im Verlaufe der Sitzung einige Mittheilungen über Dr. Killias und seine Arbeiten auf botanischem und entomologischem Gebiete.

2. Herr Professor Dr. A. Baltzer spricht **über mechanische Gesteinsveränderungen,** wie sie, nachdem er vor 18 Jahren die Aufmerksamkeit auf den mechanischen Metamorphismus der Kalksteine lenkte,*) zahlreich bekannt geworden sind und dann für Eruptivgesteine, zuerst durch Lehmann's Untersuchungen, besondere Bedeutung gewonnen haben. Eine Anzahl von umgewandelten Sedimenten und Eruptivgesteinen werden vorgewiesen. Als Beispiel eines umgewandelten Eruptivgesteins glaubt der Vortragende den Fibbiagneiss ansprechen zu können. Derselbe bildet nach der geognostischen Karte des Gotthard von Fritsch ein grosses Ellipsoid, innerhalb dessen Fibbia, Valetta, Gotthardhospiz und Prosa liegen. Es umfasst allerdings etwas ungleichartige Gesteine. Der eigentliche Fibbiagneiss schwankt zwischen mehr granitischen (z. B. an der Prosa) und mehr gneissigen Abänderungen. Einige beim Hospiz geschlagene Handstücke zeigen neben dem gekörnelten Quarz prächtige, augenförmig gequetschte, grosse Feldspathzwillinge, die z. Th. aber noch wenig deformirt sind, besonders wo sie diagonal zur Schieferung stehen. Letztere weisen auf den früheren Zustand des Gesteins hin, welches erst durch Druck ein Augengneiss wurde. Eine Anzahl Handstücke vom Rand des Massivs sind Gneisse anderer Art.

Man müsste nun auf Querprofilen die vermuthete Umwandlung verfolgen, wozu diese Zeilen vielleicht eine Anregung geben.

3. Herr Professor Dr. Guillebeau spricht **über fadenziehende Milch.** Die fadenziehende oder schleimige Beschaffenheit der Kuhmilch sollte, nach früheren Ansichten, vorzugsweise durch die Verabreichung unpassender Futtermittel veranlasst sein. Während nach dieser Annahme die betreffende Anomalie auf einer abnormen Drüsenthätigkeit beruhte, neigt man sich in der Neuzeit mehr zu der Ansicht, dass es sich um eine nach dem Melken eintretende Gährung von an und für sich normalem Eutersekret handle. Ja es sind schon eine ganze Zahl von derartigen Gährungserregern entdeckt und beschrieben worden. In der Literatur fanden wir folgende Species angeführt:

Kokken.

1. Coccus von *Schmidt-Müllheim* und *Hüppe.* (Archiv für die gesammte Physiologie von Pflüger. 1884, 27. Band, S. 490. — Deutsche medicinische Wochenschrift 1884, S. 777).
2. Coccus von *Schütz* und von *Rätz.* (Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde. 1890, 16. Band, S. 100).
3. Coccus von *Wegmann* (Milchzeitung 1887).
4. Streptococcus von *Nacard* und *Mollereau* (Annales de l'Institut Pasteur, 1. Band).

Bacterien.

5. *Bacillus lactis viscosus* von Adametz (Landwirthschaftl. Jahrbücher, 1891, S. 185).

*) Glärnisch 1873; Marmor-Lager am Nordrand des Finsteraarhorn-Massivs, Neues Jahrbuch etc., 1877.

6. Actinobacter du lait visqueux von *Duclaux*.
7. Actinobacter polymorphus von *Duclaux* (Encyclopédie chimique par Frémy. 1887. 9. Band. S. 562).
8. Bacillus der schleimigen Milch von *Löffler* (Berliner klinische Wochenschrift, 1887).
9. Bacillus viscosus I,
10. Bacillus viscosus II, beide von *Van Laer* (Mémoires de l'Académie royale de Belgique, 1889, 43. Band).
11. Bacillus mesentericus vulgatus,
12. Bacillus mesentericus fuscus, beide aus dem Göttinger Institute. (*Flügge:* Die Mikroorganismen, 1886, S. 321).
13. Bacillus Guillebeau c, von *von Freudenreich*. (Annales de Micrographie, 1890, Band 2, S. 361).

An diese stattliche Zahl reihen sich zwei neue Arten, welche der Vortragende in der Umgebung von Bern gefunden und denen er die Bezeichnung Micrococcus Freudenreichi und Bacterium Hessii beigelegt hat. Sie unterscheiden sich von den oben genannten durch den Mangel einer Kapsel, durch die rasche Verflüssigung der Gelatine und die Wärmebedürfnisse, die erheblich geringer sind als bei den meisten andern Arten.

Der *Micrococcus Freudenreichi* ist ein runder, grosser, unbeweglicher Coccus von 2 μ Durchmesser. Er ist aërob und anaërob, und wächst sehr gut in Bouillon, in Gelatine, welche rasch verflüssigt und stark fadenziehend wird, ebenso in Milch, von der man sehr bald dünne Fäden von $^1/_2$ m. Länge ziehen kann; gleichzeitig wird dieselbe sauer. Auf Kartoffeln entstehen gelbe bis braune Belage. Das Temperaturoptimum liegt etwa bei 22 ° C. Der Kokkus bleibt in den Nährflüssigkeiten mehrere Monate lebensfähig. Zerstört wird er durch die Siedehitze des Wassers, Austrocknung während etwa 6 Tagen und eine 2 % Kalkhydratlösung; auch die schwefligsauren Dämpfe vernichten ihn manchmal. Es ist kein Parasit des Kuheuters, sondern ein Saprophyt, der nach dem Melken in die Milch gelangt. Die Infection wird gewöhnlich durch nicht genügend gereinigte Milchgeräthe, vielleicht auch durch den Staub der Ställe vermittelt.

Im Sommer 1891 kam dieser Pilz in mehreren Gehöften am Fusse des Gurten vor, und es hat überhaupt den Anschein, dass er ziemlich verbreitet sei. Wenn man ferner seine geringen Wärmebedürfnisse und seine kräftige Proliferation in Betracht zieht, so kann man den Eindruck nicht verwehren, dass man in unserem Micrococcus einen viel wichtigeren Milchschädling vor sich hat, als die andern bis jetzt beschriebenen Fermente der schleimigen Milch sind, die entweder erst bei 35° ihr Wärmeoptimum haben, oder durch ein äusserst langsames Wachsthum ausgezeichnet sind.

Das *Bacterium Hessii* ist ein sehr bewegliches Stäbchen von 3—5 μ Länge und 1,2 μ Breite, doch nehmen auch viele Individuen die kugelige Kokkenform an, während anderseits stets einige lange Fäden in den Präparaten vorkommen. Die Enden der Stäbchen sind abgerundet und oft intensiver färbbar als der mittlere Theil. Zuckerfreie Bouillon wird in kurzer Zeit in eine schleimige Masse verwandelt, deren Reaction alkalisch bleibt. Gelatine wird rasch verflüssigt, an der Kartoffel entsteht bald ein dicker, glänzender, schmutzig weisser Ueberzug. In sterilisirter Milch entstehen zuerst Butterklümpchen im Rahme, denn es handelt sich bei

der Wirkung dieses Organismus in der That um eine Verbutterung des Rahms auf fermentativem Wege. Hält man die Kultur bei 35° C., so schmilzt die gebildete Butter zu einer obenauf schwimmenden gelben, öligen Flüssigkeit, die beim Erkalten zu einem homogenen Fettklümpchen erstarrt. Der Geruch einer solchen Kultur erinnert sehr deutlich an denjenigen der frischen, geschmolzenen Butter. Die Reaction der Milch wird nach 48 Stunden sauer. Mittlerweile hat sich auch die fadenziehende Beschaffenheit der Milch eingestellt und es können Fäden von 1 bis 5 cm. Länge gezogen werden. In sauren Medien, sowie bei einer Temperatur von über 20° C. wird die fadenziehende Substanz gelöst, so dass die zähe Beschaffenheit der Milch eine transitorische Erscheinung ist. Unser Bacterium ist aërobiotisch, in geringem Grade auch anaërobiotisch; er gedeiht fast gleich gut bei 15° und bei 35° C.; sein Wärmeoptimum scheint bei 30° C. zu sein. In älteren Kulturen erhält er sich während mehreren Monaten keimfähig. Siedehitze hat ihn nach 2 Minuten zerstört; durch die Austrocknung geht er in 3 Tagen zu Grunde; eine ½ % Lösung von Kalkhydrat zerstört ihn rasch; gegen die Dämpfe der schwefligen Säure ist er widerstandsfähig.

Auch das Bacterium Hessii ist ein Saprophyt, der beim Melken von der Haut der Kühe in die Milch fällt.

4. Herr Oberforstinspector Coaz legt **sog. Einklemmungen** vor **von Zapfen der Bergkiefer** (Pinus montana Mill.) in Rissen der Rinde von alten Lärchstämmen aus einer Waldung der Gemeinde Zernez, etwa 1650 m. ü. M. Nach dessen begleitender Mittheilung findet man solche eingeklemmte Zapfen in alten Waldungen des Hochgebirges ziemlich häufig und zwar ausser von Kiefern auch von Lärchen, seltener von Fichten.

Diese Einklemmungen werden durch Vögel vorgenommen, um die Samenkörner zwischen den Zapfenschuppen leichter herauspicken zu können. Zu diesem Zwecke erweitern sie zu kleine Rindenrisse, machen sie überhaupt für die Aufnahme des betr. Zapfens geeignet. Der Zapfen wird vom Zweig, an dem er gewachsen, weggepickt und fällt zu Boden. Der Vogel fasst ihn nun mit dem Schnabel, trägt ihn an den betreffenden Rindenriss und drückt ihn, die untere Seite voran, in die zubereitete Oeffnung hinein, wo er vermittelst der Schuppen als Widerhaken fest sitzen bleibt.

Es geschieht dieses Einklemmen an den untern Stammtheilen, wo der Rindenschorf dick ist, doch werden hiezu hie und da auch enge Astwinkel benutzt.

Die Spechtmeise hat man an dieser Arbeit schon angetroffen, es sollen aber auch Tannhäher und Spechte solche vornehmen. Letztere sind allerdings Insektenfresser, aber bei Nahrungsmangel werden sie sich wohl auch mit Körnern behelfen können.

5. Herr E. v. Büren-v. Salis weist eine Anzahl von Schmetterlingen aus Ostindien vor.

841. Sitzung vom 12. Dezember 1891.

Abends 7½ Uhr im Hôtel du Jura.

Vorsitzender: Herr Dr. S. Schwab. Anwesend 26 Mitglieder und 4 Gäste.

1. Zum Zwecke der Reduction der Kosten für den Lesezirkel wird beschlossen, es sei das biologische Centralblatt fallen zu lassen und der

Bibliothekar zu beauftragen, Schritte zu thun, um „Natur“ und „Le naturaliste“ womöglich im Tausche zu erhalten. Für den „American Naturalist“ soll, da er wenig gelesen wird, eine besondere Circulation bei den Mitgliedern, die ihn zu lesen wünschen, eingerichtet werden.

2. Die Commission, welche zum Zwecke der Antragstellung über die Verwendung des Legates des Herrn Koch eingesetzt worden ist, stellt folgenden, vom Vorstande erweiterten Antrag: Es sind die von Herrn Koch der bernischen naturforschenden Gesellschaft legirten Fr. 500 unter dem Namen *Kochfundus* intact zu lassen, und die Zinsen zur Completirung der von Herrn Koch ebenfalls legirten Zeitschriften zu verwenden. Ueber die Verwendung der späterhin noch vom Zinse jeweils restirenden Beträge hat der Bibliothekar Anträge zu stellen. — Dieser Antrag wird zum Beschluss erhoben.

3. Bezüglich der Verwendung des Legates des Herrn v. Wattenwyl v. Montbenay wird beschlossen, es sei die ganze Summe von Fr. 1500 zur Schaffung eines Reservefonds zu verwenden.

Die Beschlüsse vom 28. Mai 1887, wonach 5 % der Mitgliederbeiträge sowie die Eintrittsgelder zur Speisung des Reservefonds dienen, werden aufgehoben.

4. Der Vorstand wird beauftragt, dem Plenum einen Entwurf zu einer Statutenrevision vorzulegen, in dem Sinne, dass obsolete Artikel aufgehoben und Verfügungen über den Reservefonds aufgenommen werden.

5. Bei Gelegenheit der Feststellung des Budget pro 1892 wird auch an die Bibliographie für schweizerische Landeskunde ein weiterer Beitrag von Fr. 50 gesprochen.

6. Herr Professor Dr. Th. Studer theilt die Resultate seiner, in diesem Sommer vorgenommenen zoologischen Studien vom Bielersee mit. (s. d. Abhandlungen des nächsten Jahres.)

7. Herr Dr. E. v. Fellenberg weist im Anschluss an die Demonstration des Herrn Dr. Thiessing (s. Sitzung vom 14. Nov.) verarbeitete Silexbildungen aus den schweizerischen Pfahlbauten vor, die theils jurassischen, theils fremden Ursprungs sind und daher auf eine Importation des von den Pfahlbauern verarbeiteten Materials hinweisen, ferner ebenfalls verarbeitete Silexbildungen aus den palaeolithischen Höhlen der Vallée de la Somme und von andern Localitäten. Endlich werden zur Illustration der Entstehung des Silex Umhüllungspseudomorphosen von Kiesel nach Kalkspath und Gyps, sowie ein Knauer mit eingeschlossenem Pecten demonstrirt.

Trauer - Rede

gebalten

an der Gedächtniss-Feier des städtischen Gymnasiums

zu Ehren des Herrn Johann Rudolf Koch sel., Gymnasiallehrer

den 2. Juni 1891

von

A. BENTELI.

Hochgeehrte Trauerversammlung!

Wir können es kaum fassen. Der von uns Allen so hoch geachtete und so sehr geliebte Herr Koch ist unserem leiblichen Auge für immer entrückt. Vor Kurzem ertheilte er noch ganz regelmässig seinen anregenden Unterricht mit immer gleicher Lebendigkeit und Frische und nun weilt er schon nicht mehr unter uns. Freilich, schon seit einiger Zeit war Herr Koch oft unpässlich. Seit seiner Influenza-Erkrankung im vorigen Winter hatte er sich nie wieder ganz erholt und dennoch — bis zur Erkrankung zum Tode hat Herr Koch nicht eine einzige Stunde gefehlt. Ueberhaupt, es ist geradezu erstaunlich, Herr Koch hat seit der Gründung des neuen städtischen Gymnasiums, also innerhalb 11 Jahren, keine einzige Stunde wegen Unwohlsein gefehlt. Allerdings hätte Herr Koch bisweilen besser gethan, zu Hause zu bleiben, sich besser zu schonen und zu pflegen, aber das konnte der gewissenhafte Mann nicht über sich bringen, er hat an seinem Posten getreulich ausgeharrt, bis es einfach nicht mehr ging und dann ist er plötzlich zusammengebrochen. Nun ruht er schon in der Gruft. Doch nicht er, nur seine Hülle. Sein edler Geist lebt fort, lebt fort in uns Allen, nicht nur das, er lebt persönlich fort, das ist meine unerschütterliche Ueberzeugung und diese allein vermag mir wahren Trost zu spenden. Aber weh, sehr weh thut das Scheiden von solchem Manne, der mit ausgezeichneten Eigenschaften in einem Masse ausge-

rüstet war, wie dass gewiss selten vorkommt. Wenn wir in seine grossen, schönen, ausdrucksvollen Augen sahen, so wurde uns immer so wohl um's Herz. Gewiss, das fühlten wir Alle, in der Nähe von Herrn Koch war gut sein, man konnte und mochte stets sein volles Vertrauen ihm entgegenbringen und er hatte es wohl um uns verdient. Drum thut es auch so weh, das Scheiden von solchem Collegen.

Auch Euch, meine lieben jungen Freunde, die Ihr das Glück hattet, seinen Unterricht zu geniessen, auch Euch brachte die traurige Kunde von dem Tode Eures geliebten Lehrers tiefen Schmerz, ich weiss es. Ich sah es Euern Gesichtern an, als ich Euch vor noch nicht 14 Tagen anzeigen musste, Herr Koch könne wegen Erkrankung seinen Unterricht nicht ertheilen, ich sah es Euern Gesichtern an, dass das Euch nicht gleichgültig war, ein aufrichtiges Bedauern war unverkennbar. Auch Ihr habt eben den herrlichen Mann lieb gehabt; das beständige Fragen nach seinem Befinden und mehr noch Eure ganze Haltung dabei war mir der sicherste Beweis.

Wie könnte es auch anders sein! Nicht nur habt Ihr bei Herrn Koch einen vortrefflichen Fachunterricht empfangen. Die Art und Weise dieses Unterrichts war so schön und gut. Wie hat er stets die Schwachen getragen mit soviel Sanftmuth und Geduld und mit Aufbietung aller Kräfte sie zu fördern gesucht. Kein Wunder, einen solchen Lehrer mussten die Schüler lieb gewinnen.

Verehrte Anwesende! Versuchen wir es nun, für einige Augenblicke die Gefühle des Schmerzes etwas zurückzudrängen, um ein kurzes Lebensbild des Verstorbenen, das freilich keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen darf, zu betrachten.

Jean Koch wurde den 23. August 1832 in hiesiger Stadt geboren. Die Vorbildung zu seinen höheren Studien genoss er in den städtischen Schulen, zum grössten Theile in der alten Realschule. Damals schon zeichnete er sich aus durch gewissenhaften Fleiss und hohe Begabung, so dass er bald — wir möchten sagen — der Liebling wurde des uns Aelteren noch so wohlbekannten und hoch verehrten Lehrers der mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächer, des jetzigen Herrn Professor Dr. Rudolf Wolf in Zürich. Seinen Mitschülern war Jean Koch stets ein lieber, treuer Kamerad. Nicht nur für die Zweige der Wissenschaft, denen er später sein Hauptstudium widmete, zeigte Jean Koch grosse Talente, nein, frühe schon wurde auch sein Kunstsinn wach und er brachte es in dieser Richtung auch zu recht

schönen Erfolgen. Das beweisen unter Anderm die so hübschen Zeichnungen, die er zu mehreren Schülerreisebeschreibungen lieferte. — Die höheren Studien machte Herr Koch, wie mir von Herrn Professor Wolf mitgetheilt worden ist, zunächst, im Sommersemester 1849, an der bernischen Hochschule und dann während zwei Jahren in Genf. Im Herbst 1851 begleitete er Herrn Professor Wolf auf einer Reise über Bonn, Düsseldorf, Hannover und Hamburg nach Berlin. Hier setzte er während drei Semestern hauptsächlich seine mathematischen und physikalischen Studien fort, pflegte aber daneben auch seinen Kunstsinn durch den Besuch von kunsthistorischen Vorträgen und Museen. Im Frühjahr 1853 kehrte Herr Koch nach Bern zurück und war so glücklich, von der Realschuldirektion zum Besuche einer Anzahl technischer Lehranstalten des In- und Auslandes den sog. grossen Meyer-Preis zu erhalten. So besuchte er dann im Wintersemester 53-54 Anstalten in Zürich, Winterthur, Wien, München, Augsburg, Carlsruhe, Strassburg und zum Schlusse Paris und reichte nachher der Realschuldirektion über die dabei gemachten Studien und Beobachtungen einen ausführlichen Bericht ein. Tüchtig ausgerüstet trat Herr Koch, noch jung, im Sommer 1855, in die Fusstapfen seines früheren geliebten Lehrers, er wurde der Nachfolger von Herrn Wolf an der alten Realschule in Bern.

Bis zur Verschmelzung der Realschule mit der Kantonsschule zum städtischen Gymnasium, 1880, ertheilte er den Unterricht in den Fächern der reinen und angewandten Mathematik und übernahm dann von 1880 an, an der Realschule des städtischen Gymnasiums den Unterricht in der reinen Mathematik. In dem langen Zeitraume von 36 Jahren welch segensreiches Wirken an der Ausbildung zukünftiger Techniker! Wie verstand er es meisterhaft, die Schüler für seine Fächer zu begeistern. Er verfügte in hohem Masse über die Gabe, ausserordentlich klar und gründlich mitzutheilen. Sein Verhältniss zu den Schülern war stets durchaus freundlich; da ging es nicht nach Schablone, sondern er individualisirte so viel wie möglich, so hatte er denn auch immer grossen Erfolg. Unter der gegenwärtigen Lehrerschaft haben 6 noch das Glück gehabt, Herrn Koch's Schüler zu sein, wir können ihm nicht dankbar genug sein für das Gute in jeder Beziehung, das er uns geboten. Fürwahr Herr Koch war stets ein Muster eines tüchtigen, gewissenhaften Lehrers.

Doch nicht nur in der Schule hat Herr Koch so vortrefflich gewirkt, auch in wissenschaftlichen und künstlerischen Kreisen wurde

seine tüchtige Arbeitskraft in hohem Masse in Anspruch genommen. Er war eben immer eifrig bemüht, auf der Höhe zu bleiben. Da wurde immer fortstudirt und es war oft interessant zu sehen, wie rasch Herr Koch im Stande war, bei einer neuen literarischen Erscheinung auf einem ihm verwandten Gebiete das Werk auf seinen wissenschaftlichen Gehalt zu prüfen. Er hatte sofort einen klaren Blick in Alles. — 30 Jahre lang*) versah er das Amt des Bibliothekars der schweizer. naturforschenden Gesellschaft, und wie versah er dieses Amt, mit welcher bewunderungswürdigen Aufopferung, mit welcher Gewissenhaftigkeit und mit welch hohem Verständniss für seine Aufgabe! — Als Mitglied des akademischen Kunstcomite's, der Kunstschul-Direktion und der Direktion der Künstlergesellschaft gab Herr Koch immer ein sehr verständnissvolles Urtheil über Kunstsachen ab. Die Kunst war ihm so recht Herzenssache. Das beweisen die schönen Sammlungen, die er angelegt hat, worunter eine prächtige Sammlung von Radierungen besonders werthvoll ist. — Auch sonst in anderen Dingen war Herr Kochs Rath sehr gesucht, sonst hätte nicht die Zunftgesellschaft zu Schiffleuten ihn schon seit langen Jahren immer zum Obmann gewählt. Der Familie war er stets ein guter Bruder und Onkel, ein dankbarer Sohn. Mit grosser Hingebung hatte er seinen hochbetagten Vater bis zu seinem Ende gepflegt. Seinen Freunden war er stets derselbe treue, aufrichtige Freund, auf den man sich felsenfest verlassen konnte. Ueberhaupt, Herr Koch war ein ganz ausgezeichneter Mann in jeder Beziehung, ein durchaus edler Charakter.

Meine verehrten Zuhörer! Ich habe nach Leichenreden hie und da für mich im Stillen gedacht, da hat man nun des Lobes viel gesagt, es möchte vielleicht doch ein wenig übertrieben worden sein. Heute habe ich das durchaus gegentheilige Gefühl. Ich finde die Worte nicht, die das Alles auszudrücken vermöchten, was ich an Achtung und Liebe fühle für den für uns nach unserem Ermessen viel zu früh Dahingeschiedenen.

Und doch, soll ich ganz gewissenhaft, ganz wahr sein, so darf ich einen kleinen Fehler nicht übergehen. Herr Koch war oft zu bescheiden. Verstehen Sie mich recht! Ich will damit nicht etwa nur in origineller Weise ein stärkeres Lob verkünden. Nein, es gibt ja wirklich ein Mass von Bescheidenheit, das zu gross genannt werden muss, wenn nämlich dabei gewisse Rücksichten verletzt werden können.

---

*) Zuerst 5 Jahre nur als Gehülfe.

In diesen kleinen Fehler ist etwa einmal unser verehrter Herr Koch verfallen. Aber was wollen wir dazu sagen, was will diess winzige schwarze Pünktlein bedeuten in dem grossen Meere herrlicher Tugenden und Eigenschaften! Nichts anders kann es bedeuten, als dass eben absolute Vollkommenheit auf Erden nicht zu erreichen ist. Herr Koch schwebt immerhin uns Allen, Jung und Alt, vor als ein Ideal, dem wir unter Gottes Beistand mit allen Kräften nachstreben sollten. Gott nehme unsern so hoch geachteten und so innig geliebten Dahingeschiedenen in Gnaden auf in sein Reich! —

Herr **J. R. Koch,** *Gymnasiallehrer und langjähriger Oberbibliothekar der bernischen und der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft* hat der *bernischen Naturforschenden Gesellschaft*, welcher er seit 1853 angehört hatte, seine Anhänglichkeit durch folgende *Vermächtnisse* bekundet:

1. *An baar* zur *Aeuffnung der Bibliothek* der bern. Naturforsch. Gesellschaft *Fr. 500.*

Laut Beschluss der Gesellschaft soll diese Summe unter dem Namen «*Kochfundus*» besonders verwaltet und der Ertrag vorerst zur Completirung von Gesellschaftschriften verwendet werden. Es hat nämlich

2. der Bibliothek der *bernischen Naturforschenden Gesellschaft* seine *sämmtlichen mathematischen und naturwissenschaftlichen Werke* nach Auswahl durch die Herren Professoren Wolf und Graf.

Dadurch hat die Bibliothek der bern. Naturforschenden Gesellschaft folgende namhafte Vermehrung erfahren:

A. Zeitschriften.

Astronomische Nachrichten, begr. v. H. C. Schumacher, herausgeg. v. C. A. F. Peters. Bd. 40—53. Altona 1855-60. 4°.
Zeitschrift für Mathematik und Physik, herausgegeben v. O. Schlömilch und B. Witzschel. Jahrg. 1—30. Leipzig 1856—85. 8°.
— Generalregister, 1856—1880.
— Supplement zur hist.-literar. Abth. d. XXII. Jahrg.
Schweiz. Polytech. Zeitschrift, herausgegeben v. Dr. P. Bolley et J. H. Kronauer. Bd. 1—5. 4°. Winterthur 1856—60.

Peters C. A. F., Zeitschrift für populäre Mittheilungen aus dem Gebiete der Astronomie und verwandter Wissenschaften. Bd. 1. 2 (Heft 2—4,) 3. Altona 1860. 8°.
Der Naturfreund, illustr. Zeitschrift für Pflanzenzucht im Zimmer. Jahrg. 4, 5, 6. Wien 1888. 4°.

B. Ingenieur-Wissenschaften.

Netto F. W. Handbuch der gesammten Vermessungskunde. Bd. 1 und 2. Berlin 1820. Kl. 8°.
Weisbach J. Lehrbuch d. Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. 3 Theile. 1. Aufl. Braunschweig 1855. 8°.
Redtenbacher F. Resultate für d. Maschinenbau. 3. Aufl. Mannheim 1856. 8°.
Marin A. G. Elemente d. Maschinenlehre. Brünn 1856. 8°.
Armengand et Barrault, Der Taschen-Ingenieur nach dem Franz. von A. W. Hertel. Weimar 1856. 8°.
Lemoch J. Lehrbuch d. prakt. Geometrie. 2. Aufl. Wien 1857. 8°.
Heussi J. Lehrbuch der Geodäsie. Leipzig 1861. 8°.
Weisbach J. Der Ingenieur. Braunschweig 1863. Kl. 8°.
Hunäus K. Die geometr. Instrumente. Hannover 1864. Gr. 8°.
Hunäus K. Lehrbuch d. prakt. Geometrie. 2. Aufl. Hannover 1868. 8°.
Jordan W. Taschenbuch d. praktischen Geometrie. Stuttgart 1873. 8°.
Rüdgisch R. v. Instrumente und Operationen der niedern Vermessungskunde. Cassel 1875. 8°.
Bauernfeind C. M. v. Elemente der Vermessungskunde. 5. Aufl. Bd. 1 u. 2. Stuttgart 1876.
Jordan W. Handbuch der Vermessungskunde. 3. Aufl. Bd. 1 und 2. Stuttgart 1878. 8°.
Engelbreit K. XXVI Steintafeln, Instrumente der Geodäsie und Hydrometrie. (Atlas.) Nürnberg ? fol.

C. Mathematik.

Callet Fr. Tables portatives de logarithmes. Paris 1795. (1819.) 8°.
Euler L. Algebra, 2 Bde. Berlin 1797. 8°.
Meier Hirsch. Sammlung geometrischer Aufgaben. 2 Theile. Berlin 1805. 8°.
Lacroix S. F. Eléments d'algèbre, 6e édit. Paris 1807. 8°.
Bezout. Traité d'arithmétique. 11e édit. Paris 1823. 8°.
Puissant L. Recueil de diverses propositions de Géométrie. Paris 1824. 8°.
Bury A. Lehrbuch der höhern Mathematik. 3 Bde. Wien 1832. 8°.
Lacroix F. „ „ 4e édit. „ 1835. 8°.
Euler L. Einleitung in die Analysis des Unendlichen, deutsch v. H. Maser. Berlin 1835. 8°.
Burg A. Compendium der höheren Mathematik. Wien 1836. 8°.
Littrow J. J. v. Anleitung zur höhern Mathematik. Wien 1836. 8°.
Magnus L. S. Sammlung v. Aufgaben und Lehrsätzen aus der analytischen Geometrie. Berlin 1838. 8°.
Navier M. Leçons d'analyse. Paris 1840. 8°.
Lorenz J. F. Euklid's Elemente. 6. Aufl. Halle 1840.
Olivier Th. Cours de géométrie descriptive. 1. Theil Text; 2. Theil Atlas. Paris 1843. 4°.

Egen C. Handbuch d. allgemeinen Arithmetik. 3. Aufl. 2 Theile. Berlin.
Duhamel M. Cours d'analyse de l'école polytechnique. Paris 1847. 8°.
Legendre A. M. Eléments de géometrie. Paris 1850. 8°.
Monge G. Application de l'analyse à la géométrie. 5e édit. Paris 1850. 4°.
Montag J. B. Die Wunder d. Arithmetik. Leipzig 1851. 8°.
Hartner Fr. Handbuch d. niedern Geodäsie. Wien 1852. 8°.
Schmidt R. Theoretisch-praktische Anleitung zum geometr. Zeichnen. 2. Aufl. Berlin 1853. 8°.
Sohncke L. A. Bibliotheca mathematica. Leipzig 1854. 8°.
Leroy A. Analyse appliquée à la géométrie des trois dimensions. 4e édit. Paris 1854. 8°.
Meyer M. H. und C. Th. Lehrbuch der axonometrischen Projektionslehre. Leipzig 1855—63. 8°. Nebst Anhang: Constructive Aufgaben über die Kegelschnitte.
Bose H. v. Die zeichnende Geometrie. 2. Aufl. Dresden 1856. Kl. 8°.
Riecke Fr. Die Rechnung mit Richtungszahlen. Stuttgart 1856. 8°.
Wolff F. Die algebrische Analysis und die Differential- und Integral-Rechnung. 3. Aufl. Berlin 1856. 8°.
Weissenborn H. Die cyclischen Curven. Eisenach 1856. 8°.
Weissenborn H. Die Prinzipien d. höhern Analysis. Halle 1856. 8°.
Dienger J. Differential- und Integralrechnung. Stuttgart 1857. 8°.
Mann Fr. Ein Beitrag zur graphischen Lösung d. axonometr. Probleme. Frauenfeld und Lehe. 1858. 8°.
Pohlke K. Darstellende Geometrie. 1 Abth. Berlin 1860. 8°.
Hug J. C. Die Mathematik in systematischer Behandlungsweise. Zürich 1861. 8°.
Wolff F. Die beschreibende Geometrie *mit Atlas*. Berlin 1861. 8° und fol.
Lejeune-Dirichlet P. G. Vorlesungen üb. Zahlentheorie, herausgeg. v. R. Dedekind. Braunschweig 1863. 8°.
Briot et Bouquet. Leçons de géométrie analytique. Paris 1868. 8°.
Butz W. Anfangsgründe der darstellenden Geometrie. Essen 1870. 8°.
Scherling Chr. Vorschule und Anfangsgründe der descriptiven Geometrie. Hannover 1870. 8°.
Otto K. v. Die Grundzüge des graphischen Rechnens. 2. Aufl. Prag 1872. 8°.
Cremona Dr. L. Elemente des graph. Calculs, deutsch v. M. Curtze. Leipzig 1875. 8°.
Herr Ph. Lehrbuch d. höhern Mathematik. 2 Bde. Wien 1877. 8°.
Schmidt E. Handbuch zur Discussion v. Curven und v. Oberflächen. Hamburg 1881. 8°.
Fink K. Kurzer Abriss einer Geschichte der Elementar-Mathematik. Tübingen 1890. 8°.
Engel F. Axonometr. Projektionen der wichtigsten geometr. Flächen. Atlas. Berlin. Fol.
Liagre J. Calcul des probabilités. Bruxelles. 8°.
Deschwanden W. v. Ueber die centralen oder polaren Projektionen von 4 beliebigen Punkten. Ohne Ort und Datum. 8°.

D. Astronomie.

Nicolai Copernici Torinensis Astronomia instarata Dr. Nic. Mulerii. Amstelrodami 1617. 4°.
Bailly M. Histoire de l'astronomie moderne. Bd. 1 und 2. Paris 1779. 4.

Lalande Jérôme. Abrégé d'astronomie. 2e édit. Paris 1795. 8°.
Laplace P. S. Exposition du système du monde. 4e édit. Paris 1813. 4°.
Littrow J. J. v. Vorlesungen üb. Astronomie. 1. und 2. Theil. Wien 1830. 8°.
Herschel. Neuer Abdruck der höchst merkwürdigen Berichte üb. die grossen astronomischen Entdeckungen auf d. Monde. Hamburg 1836. Kl. 8°.
Littrow J. J. v. Erläuterungen zu den Vorlesungen. Wien 1842. 8°.
Brünnow F. Lehrbuch der sphärischen Astronomie. Berlin 1851. 8°.
Littrow J. J. v. Die Wunder des Himmels. 4. Aufl. Stuttgart 1854. 8°.
Arago Fr. Astronomie populaire. Bd. 1—4. Paris 1854. 8°.
— Œuvres complètes, Paris 1854. 8°.
— Œuvres complètes. d. h. „ Notices biographiques, 3 Bde. „ Notices scientifiques, 5 Bde. „ Mémoires scientifiques, 2 Bde. „ Tables, 1 Bd. „ Instructions, 1 Bd. „ Mélanges, 1 Bd.
Schmidt S. F. Jul. Der Mond. Leipzig. 1856. 8°.
Mädler J. H. v. Der Fixsternhimmel. Leipzig 1858. 8°.
Drechsler A. Die Sonnen- und Mondfinsternisse. Dresden 1858. 8°.
Reis P. Die Sonne. Leipzig 1869. Kl. 8°.
Secchi P. A. Le soleil. Paris 1870. 8°.
Mädler J. H. v. Geschichte der Himmelskunde. Bd. 1. 2. Braunschweig 1873. 8°.
Littrow K. v. Kalender für alle Stände 1878. Wien. 8°.
Günther S. Grundlehren der mathem. Geographie und elementaren Astronomie. München 1878. 8°.
Riedig M. Stern-Karten in 20 Blättern nach Bode's Uranographie, 4°. Leipzig ohne Datum.
Annuaire pour l'an 1856, publié par le bureau des longitudes. Paris. 12°.
Schumacher H. C. Sammlung v. Hülfstafeln 1822, neu und vermehrt v. L. Warnstorff. Altona 1845. 8°.

E. Physik.

Euler Leonh. Mechanica sive motus scientia analytice. Tom. I und II. Petropoli 1736. 4°.
Biot J. B. Notions élémentaires de statistique. Paris 1829. 8°.
Somerville M. Ueberblick d. physikalischen Wissenschaften, deutsch v. Klöden. Berlin 1835. 8°.
Poisson S. D. Traité de mécanique. 3e édit. Bruxelles 1838. 8°.
Reynaud et C. Gerono. Traité élémentaire de statistique. Paris 1838. 8°.
Baumgartner A. Die Naturlehre nach ihrem gegenwärtigen Zustande. 7. Aufl. Wien 1842. 8°.
Burg A. Compendium d. populären Mechanik und Maschinenlehre. 2. Aufl. Wien 1849. 8°.
Brettner A. Leitfaden für den Unterricht in der Physik. Breslau 1852. 8°.
Glase C. Maschinenlehre. Wien 1854. 8.
Poppe A. Grundlehren der Mechanik und des Maschinenwesens. 2. Aufl. Frankfurt a/M. 1854. Gr. 8°.

Moll C. L. Die reine und angewandte Elementar-Mechanik. Braunschweig 1854. 8.
Brewer E. C. Katechismus der Naturlehre. Leipzig 1855. 8°.
Kunzek A. Studien aus d. höhern Physik. Wien 1856. 8°.
Grove W. R. Corrélation des forces physiques, tr. française par Moigno. Paris 1856. 8°.
Schabus J. Grundzüge der Physik. Wien 1856. 8°.
Beetz W. Leitfaden der Physik. Berlin 1865. 8°.
Emsmann A. H. Physikalisches Handwörterbuch, Bd. 1 und 2. Leipzig 1865. 8°.
Karsten, Harms, Weyer. Einleitung in d. Physik. Leipzig 1869. 8°.
Graeffe C. H. Die Statik und Mechanik fester Körper (lithographirt).

F. Geographie, Meteorologie.

Dove H. W. Correspondirende Beobachtungen üb. die regelmässigen stündl. Veränderungen und üb. die Perturbationen d. magnet. Abweichung im mittl. und östl. Europa. Mit Vorwort v. A. v. Humboldt. 1830. 8°.
Studer B. Anfangsgründe der mathem. Geographie. 8°. Bern, Chur und Leipzig 1836.
Kaemtz L. F. Cours complet de Météorologie, franz. v. Ch. Martins. Paris 1843. 8°.
Vogt C. Physiologische Briefe für Gebildete aller Stände. 1. Abth. Stuttgart und Tübingen 1845. 8°.
Diesterweg F. A. W. Lehrbuch der mathem. Geographie und populären Himmelskunde. 5. Aufl. Berlin 1848. 8°.
Jahn G. H. Handbuch d. Witterungskunde. Leipzig 1855. 8°.
Brettner H. A. Mathem. Geographie. 4. Aufl. Breslau 1856. 8°.
Dove H. W. Klimatologische Beiträge. 1. Theil. Berlin 1857. 8°.
Autenheimer Fr. Lehr- und Lesebuch für gewerbl. Fortbildungsschulen. Basel 1870. 8°.
Ungewitter F. H. Erdbescheibg. und Staatenkunde. Bd. 1, 2, 3. Dresden 1872. Gr. 8°.
Rüefli J. Leitfaden d. mathem. Geographie. Bern 1884. 8°.

G. Diverses.

Deleschamps Pet. Vollständiges Handbuch der Gravirkunst, dentsch v. H. Schmidt. Kl. 8°. Quedlinburg und Leipzig 1838.
Whewell W. Geschichte der inductiven Wissenschaften, deutsch v. Littrow. 3 Theile. Stuttgart 1840. 8°.
Eichelberg J. F. A. Methodischer Leitfaden z. gründ. Unterricht in d. Naturgeschichte. 3. Theil Mineralogie. 2. Aufl. Zürich 1845. 8°.
Vogt C. Köhlerglaube und Wissenschaft 4. Aufl. Giessen 1855. 8°.
Figuier L. Exposition et histoire des principales découvertes scientifiques modernes 4e édit. 4 Bde. Paris 1855. 8°.
— Les applications nouvelles de la science à l'industrie et aux arts en 1855. Paris 1856. 8°.
Büchner L. Kraft und Stoff. 3. Aufl. Frankfurt a/M. 1856. 8°.
Hertel A. W. Die Oelmalerei in umfassender technischer Beziehung. Weimar 1857. 8°.

Vogt C. Altes und Neues aus Thier- und Menschenleben. Bd. 1 und 2. Frankfurt a/M. 1859. 8°.
Karsten H. Lehrbuch d. Krystallographie. Leipzig 1861. 8°.
Geschichte d. Schweiz. Naturf. Gesellsch. Zur Erinnerung an d. Stiftungstag. Zürich 1865. 4°.
Bock C. Das Buch vom gesunden und kranken Menschen. 2. Aufl. Leipzig 1855. 8°.
— Supplement-Band dazu. Leipzig 1866. 8°.
Brehm A. E. Gefangene Vögel. Bd. 1, 2. Leipzig und Heidelberg 1872. 8°.
Poppe A. Alphab.-chronolog. Uebersicht der Erfindungen, Entdeckungen und Fortschritte auf dem Gebiete der Physik, Chemie, Mechanik, Technik. 3. Aufl. Frankfurt a/M. 1881. 8°.
Sammelband, enthaltend 7 Vorträge über Mathematik, Mechanik und Physik. 8°.
„ üb. Polarplanimeter und Rechenmaschinen. 8°.
„ Biographien (Astronomen, Physiker, etc.). 8°.
„ Varia. 4°.
„ 10 Broschüren üb. Astronomie.
Ausserdem noch verschiedene kleinere Broschüren.
1 Sammelband Varia.
Sammelband von 10 Broschüren üb. Astronomie. 8°.
Statuten d. Schweiz. Gesellsch. für die gesammten Naturwissenschaften. Zürich 1863. 8°.
Die wichtigsten Momente aus der Geschichte der 3 ersten Jahrzehnte d. Schw. Naturf. Gesellsch. Zürich 1848. 8°.
Verhandlungen d. Schweiz. Naturf. Gesellsch. v. 1818—1888.
Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Bern v. 1843—1887.

Verzeichniss der Mitglieder

der

Bernischen naturforschenden Gesellschaft.

(Am 31. Dezember 1891.)

Die mit * bezeichneten Mitglieder wurden im Jahre 1891 neu aufgenommen.

Vorstand.

Dr. *S. Schwab*, Präsident vom 1. Mai 1891 bis 30. April 1892.
Rector *A. Benteli*, Vice-Präsident.
B. Studer, jun., Apotheker, Kassier seit 1875.
Dr. *Ed. Fischer*, Sekretär seit 1886.
Prof. Dr. *J. H. Graf*, Redaktor der Mittheilungen seit 1883 und Oberbibliothekar seit 1889.
Dr. *E. Kissling*, Unterbibliothekar seit 1888.

Mitglieder.

1. **Anderegg*, Ernst, Gymnasiallehrer, Bern 1891
2. *Andreæ*, Philipp, Apotheker, Bern. 1883
3. *Badertscher*, Dr. A., Sekundarlehrer, Bern 1888
4. *Balmer*, Dr. Hans, Privatdocent, Bern 1886
5. *Baltzer*, Dr. A., Professor der Mineralogie und Geologie, Bern 1884
6. **Bannwarth*, Dr. Emil, Privatdocent u. Prosector an der Anatomie Bern 1891
7. *Baumberger*, Ernst, Sekundarlehrer in Twann . . . 1890
8. *Beck*, Dr. Gottl., Lehrer an der Lerberschule, Bern . . 1876
9. *v. Benoit*, Dr. jur. G., Bern 1872
10. *Benteli*, A., Rector und Docent, Bern 1869
11. **Benteli*, A., V. D. M., in Bern 1891
12. *Berdez*, H., Professor an der Thierarzneischule, Bern. . 1879
13. *Berlinerblau*, Dr. J., Fabrikdirekt. in Sosnowice (Russ.-Polen) 1887
14. *Bindy*, Jos., Curé à Vermes, Jura bernois 1890
15. *v. Bonstetten*, Dr. phil. August, Bern 1859
16. *Bourgeois*, Dr. med. E., Arzt, Bern 1872
17. *Brückner*, Dr. Ed, Prof. der Geographie, Bern . . . 1888
18. *Brunner*, Alb., Apotheker, Bern 1866
19. *Brunner*, C., Telegraphendirektor in Wien 1846
20. *Büchi*, Fr., Optiker, Bern 1874
21. *v. Büren*, Eug., allié von Salis, Sachwalter, Bern . . 1877
22. *Cherbuliez*, Dr. Direktor, Mühlhausen 1861

23. *Christeller,* Dr. med., Bordighera 1870
24. *Christen,* Förster in Biel 1889
25. *Coaz,* eidgenössischer Oberforstinspektor, Bern . . . 1875
26. *Conrad,* Dr. Fr., Arzt in Bern 1872
27. *Cramer,* Gottl., Arzt in Biel 1854
28. *Demme,* Dr. R., Professor, Arzt am Kinderspital in Bern . 1863
29. *Dick,* Dr. Rud., Arzt in Bern 1876
30. *Dmitrenko,* Frl. E., stud. phil., Bern 1887
31. *Droz,* Arnold, Kantonsschullehrer in Pruntrut . . . 1890
32. *Dubois,* Dr. med., Arzt, Privatdocent, Bern . . . 1884
33. *Dumont,* Dr. med. F., Arzt, Privatdocent, Bern . . . 1890
34. *Dutoit,* Dr. med., Arzt in Bern 1867
35. *Engelmann,* Dr., Apotheker in Basel 1874
36. *Fankhauser,* J., Gymnasial-Lehrer und Privatdocent, Bern. 1873
37. *v. Fellenberg,* Dr. phil. E., Bergingenieur, Bern . . . 1861
38. *Fischer,* Dr. phil. Ed., Privatdocent, Bern 1885
39. *Fischer,* Dr. L., Professor der Botanik, Bern . . . 1852
40. *Frey,* Dr. H., Lehrer am städt. Gymnasium in Bern . . 1872
41. *Frey,* Dr. Rob., Arzt in Rubigen 1876
42. *v. Freudenreich,* Dr. E., Bern 1885
43. **Fuchs,* U., Pfarrer in Unterseen 1891
44. *Geering,* Dr. T., Chef der eidg. Handelsstatistik, Bern . 1888
45. *de Giacomi,* Dr. med. J., Arzt und Privatdocent, Bern . 1889
46. *Girard,* Prof. Dr. med., Arzt in Bern 1876
47. *Glur,* J. G., stud. phil., Bern 1890
48. *Graf,* Dr. J. H., Professor der Mathematik, Bern . . 1874
49. *Gosset,* Philipp, Ingenieur, Wabern bei Bern . . . 1865
50. *Gressly,* Alb., Oberst, Maschinen-Ingenieur, Bern . . 1872
51. *Grimm,* J., Präparator, Bern 1876
52. *Guillebeau,* Professor Dr., Bern 1878
53. *Haaf,* C., Droguist, Bern 1857
54. *Haas,* Dr. med. Sigismund, Arzt in Muri b. Bern . . 1890
55. **Hafner,* René, Apotheker in Biel 1891
56. *Hasler,* Dr. phil. G., Dir. d. Telegraphen-Werkstätte, Bern 1861
57. *Held,* Leon, Ingenieur, Bern 1879
58. *Heller,* J. H., Kaufmann, Bern 1872
59. *Hess,* E., Prof. an der Thierarzneischule, Bern . . . 1883
60. *Holzer,* Ferd., Lehrer in Oberwyl bei Büren . . . 1890
61. *Huber,* Dr. G., Professor der Mathematik, Bern. . . 1888
62. **Huber,* Rud., Lehrer an der Lerberschule, Bern . . 1891
63. *Jenner,* E., Entomolog, Stadtbibl., Bern 1870
64. *Jonquière,* Dr. Professor der Medicin, Bern . . . 1853
65. *Jonquière,* Dr. med. Georg, Arzt in Bern 1884
66. *Jonquière,* Dr. phil. Alf., Privatdocent in Basel . . . 1884
67. *Käch,* P., Sekundarlehrer in Bern 1880
68. *Kaufmann,* Dr., Sekretär d. schweiz. Industriedeparts., Bern 1881
69. *Kaufmann,* Dr. Alfr., Lehrer in der Grünau, Wabern b. Bern 1886
70. *Kesselring,* H., Lehrer an der Sekundarschule in Bern . 1870
71. *Kissling,* Dr. E., Sekundarlehrer in Bern 1888
72. *Klopfenstein,* Fr., Sekundarlehrer in Wimmis . . . 1890
73. *Kobi,* Dr., Lehrer an der Kantonsschule Puntrut . . 1878
74. *Kocher,* Dr., Professor der Chirurgie, Bern . . . 1872

75. *Koller,* G., Ingenieur, Bern 1872
76. *König,* Dr. Emil, Arzt in Bern 1872
77. *Körber,* H., Buchhändler in Bern 1872
78. *Kraft,* Alex., Besitzer des Bernerhofs, Bern . . . 1872
79. *Krebs,* A., Seminarlehrer in Bern 1888
80. *Kronecker,* Dr. H., Professor der Physiologie, Bern . . 1884
81. *Kuhn,* Fr., gew. Pfarrer, Bern 1841
82. *Kummer,* Dr. med. J., Arzt in Aarwangen. . . . 1890
83. *Langhans,* Fr., Lehrer am städt. Progymnasium, Bern . 1872
84. *Lanz,* Dr. Em., Arzt in Biel 1876
85. *Lanz,* J., Dr. med. in Biel 1856
86. *Lauterburg,* R., Ingenieur, Bern 1851
87. *Leist,* Dr. K., Lehrer an der Sekundarschule, Bern . . 1888
88. *Lindt,* Franz, Ingenieur, Bern 1870
89. *Lindt,* R., Apotheker, Bern. 1849
90. *Lindt,* Dr. med. Wilh., Arzt in Bern 1854
91. *Lindt,* Dr. med. W. jun., Arzt und Docent, Bern . . 1888
92. *Lommel,* Ingenieur, Bern 1890
93. *Lory,* Adolf, Sekundarlehrer in Belp 1889
94. *Lütschg,* J., Waisenvater, Bern 1872
95. *Marckwald,* Dr. Max, Bonn a. Rh. 1889
96. *Markusen,* Professor Dr. Johann, Bern 1889
97. *Marti,* Christian, Sekundarlehrer in Nidau 1889
98. *Moser,* Dr. phil. Ch., Privatdocent, Bern 1884
99. *Moser,* Friedrich, Schreinermeister, Bern 1877
100. *Müller,* Emil, Apotheker in Bern 1882
101. *Müller,* Professor Dr. P., in Bern 1888
102. *v. Mutach,* Alfr., von Riedburg, Bern 1865
103. *Mützenberg,* Dr. med. Ernst, Spiez 1885
104. *Nanni,* Dr. Wilh., Arzt in Mühleberg 1890
105. *Neuhaus,* Dr. med. Carl, in Biel 1854
106. *Niehans-Bovet,* Dr. med., Arzt in Bern 1870
107. *Niehans,* Dr. med. Paul, Inselarzt in Bern 1873
108. *Pfister,* J. H., Mechaniker in Bern 1871
109. *Pflüger,* Professor Dr., Bern 1889
110. *Polikier,* Dr. H., Assistent am chem. Laboratorium, Bern . 1890
111. *Prêtre,* Henri, Sekundarlehrer in Moutier 1890
112. *Pulver,* E., Apotheker in Interlaken 1890
113. *Pulver,* Fried., Apotheker in Bern 1876
114. **Pulver,* G., Sekundarlehrer in Wiedlisbach 1891
115. *Renggli,* Jos., Arzt in Meiringen 1891
116. *Ris,* Lehrer der Physik am städt. Gymnasium . . . 1869
117. *Rollier,* L., in Zürich-Fluntern 1890
118. *Rothen,* Dr. phil., internationaler Telegraphendirektor, Bern 1872
119. *Rothenbach,* Alfr., Gasdirektor in Bern 1872
120. *Rüefli,* Sekundarlehrer in Bern 1890
121. *Sahli,* Professor Dr. H., in Bern 1875
122. *Santi,* Dr. med Aug., Arzt in Bern 1890
123. *Schällibaum,* Dr. H., Arzt in Wattenwyl 1889
124. *Schärer,* Dr. med. Ernst, Bern 1885
125. *Schärtlin,* Dr., Chef im eidgen. Versicherungsamt in Bern 1888
126. *Schaffer,* Dr., Kantonschemiker und Docent, Bern . . 1878

127. *Schenk*, Dr. Karl, Bundesrath, Bern 1872
128. *Schlachter*, Dr., Lehrer an der Lerberschule, Bern . . 1884
129. **Schmid*, Dr. W., Major im Generalstab, Bern . . . 1891
130. *Schnell*, Dr. Alb., Lochbach bei Burgdorf 1872
131. *Schuppli*, M., Dir. der N. Mädchenschule, Hilterfingen . 1870
132. *Schwab*, Alfr., Banquier in Bern 1873
133. *Schwab*, Dr. med. Sam., Bern 1885
134. *Schwarz-Wälly*, Commandant, Bern 1872
135. *Sidler*, Dr., Professor der Astronomie, Bern . . . 1872
136. *Stämpfli*, K., Buchdrucker, Bern 1870
137. *Steck*, Th., Conservator am Naturhistor. Museum, Bern . 1878
138. *v. Steiger*, Dr. A. in Bern 1890
139. *Stooss*, Dr. med. Max, Arzt in Bern 1883
140. *Strasser*, Dr. Hans, Professor der Anatomie, Bern . . 1872
141. *Stucki*, Fr., Sekundarlehrer in Wangen a. A. . . . 1890
142. *Stucki*, G., Sekundarlehrer in Bern 1890
143. *Studer*, Bernhard, sen., Bern 1844
144. *Studer*, Bernhard, Apotheker, Bern 1871
145. *Studer*, Dr. Theophil, Professor der Zoologie, Bern . . 1868
146. *Studer*, Wilhelm, Apotheker in Bern 1877
147. *Tanner*, G. H., Apotheker in Bern 1882
148. *Thiessing*, Dr., Redaktor, Bern 1867
149. *v. Tscharner*, Dr. phil. L., Stabsmajor, Bern . . . 1874
150. *v. Tscharner*, Oberstlieutenant, Bern 1878
151. *Tschirch*, Dr. A., Professor der Pharmakognosie in Bern . 1890
152. *Tschumi*, Lebensmittelinspektor, Bern 1890
153. *Valentin*, Professor Dr. med. Ad., Arzt in Bern. . . 1872
154. *Volz*, Wilhelm, Apotheker in Bern 1887
155. *Wäber-Lindt*, A., Bern 1864
156. *Wander*, Dr. phil. Chemiker, Bern 1865
157. *Wanzenried*, Sekundarlehrer in Zäziwyl 1867
158. **Wartmann*, Apotheker in Biel 1891
159. *v. Wattenwyl-v. Wattenwyl*, Jean, Rentier, Bern . . 1877
160. *Weingart*, J., Sekundarlehrer in Bern. 1875
161. *Werder*, D., Sekr. der eidg. Telegraphen-Direktion, Bern . 1876
162. *v. Werdt*, Grossrath in Toffen 1887
163. *Wolf*, Dr. R., Professor, Zürich 1839
164. *Wyss*, Dr. G., Buchdrucker in Bern 1887
165. *Wyss*, R., Sekundarlehrer in Basel 1889
166. *Wyttenbach-Fischer*, Dr., Arzt in Bern 1872
167. *de Zehender*, Marq., Ingenieur, Bern 1874
168. *Ziegler*, Dr. med. A., eidg. Oberfeldarzt, Bern . . . 1859
169. *Zumstein*, Dr. med. J. J. in Marburg 1885
170. *Zwicky*, Lehrer am städt. Gymnasium, Bern 1856

Im Jahre 1891 ausgetreten:

Hermann, F., Mechaniker, Bern 1861
Linde, cand. phil. 1890
Schmid, R., Sekundarlehrer in Lyss 1890
Stauffer, B., Ingenieur in Aedermannsdorf 1865
Vinassa, Dr. phil., Kantonschemiker d. Kt. Tessin, Lugano . 1884
Weber, Dr. Hans, Arzt in Bern 1872

Im Jahre 1891 verstorben:

Koch, Lehrer der Mathematik, Bern	1853
v. Salis, eidg. Oberbauinspektor, Bern	1881
Schmid, J. G., Direktor der Sekundarschule, Bern	1877
v. Wattenwyl-Fischer, Rentier, Bern	1848

Correspondirende Mitglieder:

1.	*Biermer,* Dr., Professor in Breslau	1861
2.	*Custer,* Dr., in Aarau	1850
3.	*Flesch,* Dr. M., Arzt in Frankfurt	1882
4.	*Flückiger,* Dr. Professor, Strassburg	1853
5.	*Gasser,* Dr. E., Professor der Anatomie in Marburg	1884
6.	*Gelpke,* Otto, Ingenieur in Luzern	1867
7.	*Graf,* Lehrer, in St. Gallen	1858
8.	*Grützner,* Dr. A., Prof., in Tübingen	1881
9.	*Hiepe,* Dr. Wilhelm, in Birmingham	1874
10.	*Imfeld,* Xaver, Topograph in Hottingen	1880
11.	*Krebs,* Gymnasiallehrer in Winterthur	1864
12.	*Landolf,* Dr., in Chili	1881
13.	*Lang,* Dr. A., Professor, Zürich	1876
14.	*Leonhard,* Dr., Veterinär in Frankfurt	1870
15.	*Lichtheim,* Prof. in Königsberg	1881
16.	*Lindt,* Dr. Otto, Apotheker in Aarau	1866
17.	*Metzdorf,* Dr. Professor der Vet.-Sch. in Proskau, Schlesien	1870
18.	*Petri,* Dr. Ed., Prof. der Geographie in St. Petersburg	1883
19.	*Pütz,* Dr. H., Professor der Vet. Med., Halle a. S.	1870
20.	*Regelsperger,* Gust., in la Rochelle	1883
21.	*Rothenbach,* Lehrer am Lehrerseminar in Küssnacht	1871
22.	*Rütimeyer,* Dr. L., Professor in Basel	1853
23.	*Schiff,* Dr. M., Professor in Genf	1856
24.	*Wälchli,* Dr. med. D. J., Buenos Ayres	1873
25.	*Wild,* Dr. Professor, in St. Petersburg.	1859

Auszug

aus der

Jahres-Rechnung der bernischen Naturforschenden Gesellschaft

1890

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr.	— . —
Jahres-Beiträge	„	1,256. —
Eintrittsgelder	„	120. —
Zinse	„	21. 90
Verkauf von Mittheilungen	„	6. —
	Fr.	1,403. 90

Ausgaben.

Passiv-Saldo letzter Rechnung	Fr.	55. 85
Mittheilungen pro 1890	„	705. 85
Bibliothek	„	159. 95
Lesezirkel	„	220. 15
Verschiedenes	„	337. 10
	Fr.	1,478. 90

Bilanz.

Die Ausgaben betragen	Fr.	1,478. 90
Die Einnahmen betragen	„	1,403. 90
Es ergibt sich demnach ein Passiv-Saldo von	Fr.	75. —

Reservefonds.

Derselbe blieb im Rechnungsjahr unverändert, nämlich Fr. 27. 26

G. Huber.

Forschungen auf dem Gebiete der Spektralanalyse.

Vorgetragen in der Sitzung vom 10. Januar 1891.

Erhitzt man einen festen Körper, so gerathen die kleinsten Theilchen desselben in immer raschere und raschere Schwingungen, diese bringen den umliegenden Aether in Mitschwingungen, die Aetherschwingungen pflanzen sich nach allen Seiten geradlinig fort und wenn dieselben unsere Gefühlsnerven treffen, so erregen sie das Gefühl der Wärme, es sind dunkle Wärmestrahlen, die von dem heissen Körper ausgehen, und diese Wärme heisst *strahlende Wärme.* Erhitzt man immer weiter, so wird die Wärmestrahlung immer intensiver und es tritt der Moment ein, wo die Schwingungen so rasch werden, dass sie auf unser Auge wirken, der Körper fängt an zu glühen, d. h. er beginnt Licht auszusenden.

Nach dem *Gesetze von Draper* (New-York 1847), das später von Kirchhoff in ähnlicher Weise ausgesprochen wurde, beginnen *alle* festen Körper in dem Augenblicke Licht auszusenden, wo sie die Temperatur 525° C. erreicht haben und dieses zuerst ausgestrahlte Licht ist dunkelroth. Im Jahre 1887 hat nun Prof. Weber in Zürich gezeigt (und seither wurde es von Andern bestätigt), dass die Metalle schon bei einer Temperatur von ca. 400° C. Licht aussenden und dass die Glühtemperatur bei verschiedenen Körpern ungleich hoch liegt. Nach Draper beginnt die Lichtemission mit dunkelroth, welches Licht, durch das Prisma zerlegt, ein Spektrum erzeugt, das nur Strahlen geringer Brechbarkeit, vorherrschend Roth, enthält, um sich bei steigender Temperatur des glühenden Körpers in *einseitiger* Richtung gegen das Violett, zum vollständigen Spektrum zu entwickeln. Die neuen Untersuchungen zeigen, dass diese Erscheinung wesentlich anders verläuft. Das Glühen der festen Körper beginnt mit der Aussendung eines Lichtes, dessen Farbe von Weber durch «düsternebelgrau» be-

zeichnet wurde, bei steigender Temperatur wird dieses Grau immer heller, bis die eigentliche Rothgluth eintritt.

Das Spektrum des ersten grauen Lichtes besteht aus einem grauen Streifen an der Stelle, wo im vollständigen Spektrum die gelbgrünen Strahlen liegen und mit steigender Temperatur entwickelt sich dasselbe nach *beiden* Seiten, gegen Roth und gegen Violett, bis bei der Weissgluth der graue Streifen verschwunden ist und das Spektrum die sog. sieben Regenbogenfarben: roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett ohne Unterbrechung zeigt. Ein solches vollständiges Spektrum heisst ein *kontinuirliches Emissionsspektrum*, es wird erzeugt von glühenden, festen und flüssigen Körpern und von glühenden Gasen unter hohem Druck.

Das kontinuirliche Emissions- oder Ausstrahlungsspektrum enthält aber nicht blos leuchtende, sondern auch dunkle Strahlen, welche nicht mehr auf unser Auge wirken, sei es, dass die Aetherschwingungen in denselben zu rasch, also die Wellenlängen zu kurz, sei es, dass die Schwingungen zu langsam, also die Wellenlängen zu gross sind. Die Brechbarkeit der letzteren ist geringer als diejenige der leuchtenden Strahlen, sie liegen daher vor den rothen Strahlen und heissen *ultra- od. infrarothe Strahlen*; die ersteren sind von grösserer Brechbarkeit als die leuchtenden Strahlen, sie liegen also jenseits des Violetts und heissen *ultraviolette Strahlen*. Das vollständige kontiunirliche Spektrum enthält daher 3 Theile:

1) Das leuchtende farbige Spektrum.

Die grösste Intensität desselben für unser Auge liegt im Gelb. Es ist eingeschlossen zwischen den Wellenlängen:

λ=760 $\mu\mu$ für die äussersten rothen Strahlen und
λ=390 $\mu\mu$ » » » violetten Strahlen

wobei $\mu\mu$ Milliontel Millimeter bedeuten.

2) Das ultraviolette Spektrum.

Um dieses Spektrum zu untersuchen, müssen Prisma und Linsen des Spektroskopes aus Bergkrystall verfertigt sein, weil Quarz die ultravioletten Strahlen durchlässt, während Glas dieselben absorbirt. Der Reichthum an ultravioletten Strahlen ist bei verschiedenen Lichtquellen verschieden, besonders reich an solchen sind das elektrische Bogenlicht und die Induktionsfunken. Diese Strahlen haben, wie die blauen und violetten die Eigenschaft Phosphorescenz zu erregen, man kann daher diesen dunkeln Theil des Spektrums dem Auge sichtbar machen mit einer mit phorphorescirender Substanz bestrichenen Platte.

Dasselbe ist möglich durch Fluorescenz. Hält man in den ultravioletten Theil des Spektrums eine fluorescirende Substanz, so beginnt dieselbe zu leuchten, z. B. eine Uranglasplatte schön grün; man kann auch das Spektrum direkt durch ein fluorescirendes Okular betrachten. Der beste Nachweis der ultravioletten Strahlen beruht auf ihrer Wirkung auf Silbersalze, indem sie, wie das blaue und violette Licht, in hohem Grade die Eigenschaft haben, dieselben zu schwärzen, sie heissen daher auch kurz chemische Strahlen. Aus diesem Grunde untersucht man die brechbarsten Theile des Spektrums mit der photographischen Platte, welche in der neuesten Zeit, als Bromsilber-Gelatineplatte eine äusserst hohe Empfindlichkeit erreicht. Mit derselben lässt sich das ultraviolette Spektrum auf eine Strecke verfolgen, die bedeutend länger ist als das sichtbare Spektrum, bis jetzt ungefähr bis zur Wellenlänge λ=180 $\mu\mu$. Das Sonnenspektrum reicht nicht so weit, es bricht bei λ=300 $\mu\mu$ scharf ab, weil die Strahlen grösster Brechbarkeit von der Erdatmosphäre stark absorbirt werden.

3) Das ultrarothe Spektrum.

Gegen das rothe Ende des sichtbaren Spektrums nimmt eine andere Wirkung der Strahlen, *die Wärme*, zu und setzt sich weit über dasselbe hinaus in den dunkeln Theil des Spektrums fort. Das ultrarothe Spektrum enthält also dunkle Wärmestrahlen, und um dasselbe zu untersuchen, müssen die optischen Theile des Spektroskopes aus Steinsalz verfertigt sein, welches alle Arten von Wärmestrahlen durchlässt. Um den ultrarothen Theil des Spektrums wahrnehmbar zu machen, benutzt man die von Bequerel entdeckte Eigenschaft der rothen und ultrarothen Strahlen, bereits bestehende Phosphorescenz auszulöschen. In neuester Zeit stellte Abney empfindliche photographische Platten her, mit denen man das rothe und ultrarothe Spektrum ebenso gut photographisch, mit allen Einzelheiten aufnehmen kann, wie dies für die brechbaren Theile des Spektrums schon längst möglich ist. Neuerdings hat Lommel beide Methoden mit Erfolg kombinirt. Der Nachweis der Wärmestrahlung geschieht mit einem empfindlichen Thermoskop in Verbindung mit einem feinen Galvanometer. In neuester Zeit hat Langley auf dem Alleghany-Observatorium ein noch empfindlicheres Instrument verwendet, das sog. Bolometer. Dasselbe hat die Anordnung einer Wheatstone'schen Stromverzweigung und beruht auf der Veränderung des elektrischen Leitungswiderstandes mit der Temperatur. Mit einem empfindlichen Galvanometer kombinirt, zeigt das Bolometer noch ein Milliontel eines Celsiusgrades an.

Mit Hilfe des Bolometers konnte Langley bis jetzt das ultrarothe Spektrum verfolgen bis zu einer Länge, die gleich ist der zwanzigfachen Länge des sichtbaren Spektrums, bis zur Wellenlänge $\lambda = 28\ \mu$. (μ bedeutet Tausendstel Millimeter) und es ist wohl möglich, dass weiterhin ein kontinuirlicher Uebergang stattfindet zu den elektrischen Wellen, deren Länge sich nach cm., dm., m. und km. berechnet. Das Sonnenspektrum erstreckt sich nicht so weit, weil die Erdatmosphäre die Wärmestrahlen theilweise absorbirt; nach Angström rührt die Absorption namentlich von der in der Luft enthaltenen Kohlensäure und dem Wasserdampfe her, die Absorption der Kohlensäure im Ultraroth besteht aus zwei gesonderten Gebieten, deren Maxima bei $\lambda = 2{,}60\ \mu$ und $\lambda = 4{,}32\ \mu$ liegen. Im Normalspektrum der Sonne liegt das Maximum der Wärmestrahlung bei $\lambda = 0{,}62\ \mu$, worauf sie ziemlich rasch abnimmt und nach $\lambda = 3\ \mu$ ganz verschwindet.

Je kälter ein Körper ist, desto längere Wellen sendet er im Allgemeinen aus, Strahlen von der Wellenlänge $\lambda = 28\ \mu$ liefert etwa schmelzendes Eis.

Langley hat in den Jahren 1884—1887 mit seinem Bolometer die Wärmevertheilung im Spektrum des Mondes untersucht, es war dies eine höchst schwierige Arbeit. Seit John Herschel war man der Ansicht, dass ein Punkt der Mondoberfläche unter der vierzehntägigen Sonnenbestrahlung, die durch keine Atmosphäre und durch keine Wolkenbildung gehindert ist, eine sehr hohe Temperatur erreichen werde, welche diejenige des siedenden Wassers übersteige. Die bolometrische Untersuchung hat nun gezeigt, dass das Maximum der Wärmestrahlung des Mondes ganz am Ende des ultrarothen Spektrums liegt, bei den Wellenlängen 10—20 μ. Dieses Resultat lässt also schliessen, dass die Temperatur der Mondoberfläche unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung nicht sehr von derjenigen des Gefrierpunktes unseres Wassers entfernt sein kann. Aus Langleys Beobachtungen während einer Mondfinsterniss ergiebt sich ferner, dass der Mond keine eigene Wärme hat und seine Wärmestrahlung nur durch absorbirte Sonnenwärme bedingt ist.

Nimmt man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes zu 300 000 km. an, so sind die Schwingungszahlen, d. h. die Anzahl der Schwingungen, welche ein Aethertheilchen in der Sekunde macht, für die betrachteten Grenzstellen folgende:

Für die äussersten ultrarothen Strahlen $\lambda = 28\ \mu$. Schwingungszahl $n = 11$ Billionen.

Für die äussersten rothen Strahlen λ=760 $\mu\mu$. Schwingungszahl n=770 Billionen.

Für die äussersten violetten Strahlen λ=390 $\mu\mu$. Schwingungszahl n—395 Billionen.

Für die äussersten ultravioletten Strahlen λ=180 $\mu\mu$. Schwingungszahl 1600 Billionen.

In der Akustik bezeichnet man einen Ton, der doppelt so viel Schwingungen macht als ein anderer, die Oktave desselben. Ueberträgt man diese Bezeichnung auch auf die hier in Betracht kommenden Aetherschwingungen, so umfasst das bis jetzt bekannte Spektrum, Wärme-, Licht- und chemische Strahlen zusammengenommen, etwas mehr als 7 Oktaven, von welchen das sichtbare Spektrum nicht ganz *eine* Oktave einnimmt. Der tiefste Ton, welchen das Ohr noch wahrzunehmen im Stande ist, macht in der Sekunde etwa 10, der höchste etwa 40,000 Schwingungen, in diesem Intervall liegen etwas über 12 Oktaven. Das menschliche Ohr umfasst also 12 Oktaven, während das Auge nicht ganz eine Oktave zu empfinden vermag.

Eine 2te Art von Emissionsspektra sind:

Die Linien- u. Banden- oder kannelirte Spektra.

Diese Spektra bestehen aus farbigen, hellen, durch dunkle Zwischenräume von einander getrennten Linien oder Banden; sie werden erzeugt durch glühende Gase und Dämpfe bei gewöhnlicher Dichtigkeit.

Führt man die Spektra zurück auf Bewegung, welche von den Molekülen resp. Atomen des Körpers ausgehen, so muss die Natur und Intensität der Schwingungen von dem Bau der Moleküle und den Kräften abhängen, welche zwischen den in ihnen enthaltenen Atomen wirken. Man schreibt die Linienspektra den einzelnen Atomen, die Bandenspektra den Molekülen zu.

Jeder chemisch definirte Körper, jedes Element und jede Verbindung hat daher ihr eigenes, bestimmtes Spektrum, welches bei derselben Temperatur und bei demselben Drucke immer dasselbe bleibt. Das Verbindungsspektrum lässt sich natürlich nur dann beobachten, wenn die Verbindung bei der Temperatur, bei der die Lichtemission ihres Dampfes stattfindet, noch existirt, d. h. wenn sie nicht durch chemische Processe, wie sie sich z. B. in der Flamme abspielen, in die Atome zerlegt wird.

Das Glühen der Dämpfe und Leuchten der Gase wird auf verschiedene Weise zu Stande gebracht, weil die Temperatur, bei welcher

sich die einzelnen Stoffe verflüchtigen lassen, sehr verschieden ist. Während für manche z. B. Kalium, Natrium, schon die Hitze einer gewöhnlichen Weingeistflamme ausreicht, muss für andere, besonders die schweren Metalle und deren Verbindungen, die Hitze des elektrischen Funkens oder des galvanischen Flammenbogens angewendet werden. Je nach der Art und Weise, welche von diesen 3 Methoden der Verdampfung in Anwendung kommt, unterscheidet man drei Arten von Spektra: Flammen-, Funken- und Flammenbogenspektra. Wir wollen dieselben noch kurz einzeln betrachten.

1) Flammenspektra.

Linienspektra, die mit der lichtlosen Flamme des Bunsenbrenners erhalten werden, sind die der Alkalien und alkalischen Erden: Kalium, Natrium, Lithium, Strontium, Calcium, Barium, Cäsium, Rubidium und diejenigen von Kupfer, Blei, Mangan, Thallium, Indium, und zwar am leichtesten, wenn man die leichtflüchtigen Chlorverbindungen dieser Metalle anwendet. Die Anzahl der Linien ist bei den meisten verhältnissmässig gering, Natrium z. B. zeigt eine hellgelbe Linie, λ=589,2 $\mu\mu$, die bei starker Zerstreuung der Prismen des Apparates sich in zwei Linien auflöst. Das Licht des glühenden Natriumdampfes ist also monochromatisch; Kalium erzeugt eine dunkelrothe Linie λ=768 $\mu\mu$ und eine schwache violette λ=404 $\mu\mu$; Thallium eine einzige grüne Linie λ=535 $\mu\mu$, durch welche es im Blei entdeckt wurde, u. s. w.

2) Funkenspektra.

Für die Schwermetalle Eisen, Nickel, Zink, Silber u. s. w. muss die grössere Hitze des elektrischen Funkens angewendet werden, um dieselben in Dampf überzuführen. Die Funken werden erzeugt durch einen Funken-Induktor und verstärkt durch einen eingeschalteten Condensator, sie schlagen vor der Spalte des Spektroskopes zwischen zwei Spitzen des betreffenden Metalls über, verdampfen dabei einen Theil desselben und erzeugen ein intensives Spektrum. Oder man wendet eine Lösung des Metallsalzes an und verflüchtigt dieselben durch Induktionsfunken, die zwischen zwei Platinspitzen überschlagen. In beiden Fällen erhält man neben dem Spektrum des verdampften Metalles auch dasjenige des Gases, in welchem die Funken überspringen, dieses muss besonders untersucht und von dem ganzen Spektrum in Abzug gebracht werden. Die Anzahl der Linien ist meist gross.

3) Flammenbogenspektra.

Die höchsten Hitzegrade, welche der zwischen zwei Kohlenspitzen erzeugte galvanische Flammenbogen giebt, wendet man an, um von einem Metalle ein möglichst vollständiges, intensives Spektrum zu erhalten, zum Zwecke objektiver oder photographischer Darstellung.

Das elektrische Kohlenbogenlicht für sich allein gibt das Spektrum der *Kohle*, das früher Kohlenwasserstoffen zugeschrieben wurde. Ausser dem Linienspektrum wird der Kohle heute allgemein, mit Ausnahme der französischen Spektroskopisten, ein Bandenspektrum zugeschrieben, welches Swan'sches Spektrum heisst. Dasselbe besteht aus fünf, aus einzelnen, nahe beisammen stehenden Linien zusammengesetzten Banden mit den Wellenlängen λ=618,7—595,4 $\mu\mu$; λ=563,3—542,5 $\mu\mu$; λ=516,4—508,2 $\mu\mu$; λ=473,6—467,7 $\mu\mu$, u. λ=428,1—423,2 $\mu\mu$. Jede dieser Linien ist nach dem Roth hin scharf begrenzt, gegen das Violett verwaschen. Ausser diesen Banden sind im elekrischen Kohlenbogenlicht noch weitere im Blau, Violett und Ultraviolett vorhanden, welche häufig neben den andern auftreten, sie werden namentlich von Liveing und Dewar dem *Cyan*, einer Kohlen-Stickstoffverbindung zugeschrieben, während andere z. B. Lockyer und Vogel sie für ein höherer Temperatur angehörendes, zweites Bandenspektrum der Kohle selbst halten. Ueberhaupt wurden über kein Element mehr Versuche ausgeführt und über kein anderes herrschen noch so viele Zweifel, als über die Kohle.

4) Gasspektra.

Um das Spektrum eines Gases, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff u. s. w. zu erhalten, schliesst man dasselbe in sehr verdünntem Zustande in einer Glasröhre, einer sogenannten Geissler'schen Röhre ein und bringt dasselbe durch hindurchschlagende Induktionsfunken zum Leuchten. Das Spektrum des Wasserstoffs z. B. zeigt vier Hauptlinien:

Eine intensiv rothe Linie, bezeichnet mit Hα, Wellenlänge λ=656,27 $\mu\mu$.

Eine grünblaue Linie bezeichnet mit Hβ Wellenlänge λ=486,13 $\mu\mu$.

» blaue » » » Hγ » λ=434,01 $\mu\mu$.

» violette » » » Hδ » λ=410,12 $\mu\mu$.

von denen die letzte nur schwer zu erkennen ist.

Sauerstoff und Stickstoff zeigen eine sehr grosse Anzahl von Linien und Banden; das Spektrum der trockenen atmosphärischen Luft ist identisch mit demjenigen des Stickstoffs. Die Kohlenwasserstoffe erzeugen alle dasselbe Bandenspektrum, welches sehr wahrscheinlich

dem Kohlenstoff selbst zukommt, es ist das bereits oben betrachtete; die drei Hanptbanden liegen im Grüngelb, Grün und Blau. Die Spektra der Kohle und des Wasserstoffes spielen eine grosse Rolle bei den kosmischen Lichtquellen, wie wir später sehen werden.

Das Leuchten verdünnter Gase in Geissler'schen Röhren beim Durchgang elektrischer Funken ist aber kein eigentliches Glühen, denn nach den Untersuchungen von Hasselberg und Wiedemann können stark verdünnte Gase unter dem Einflusse elektrischer Entladungen bei so niedriger Temperatur zum Leuchten gebracht werden, dass an ein Glühen gar nicht gedacht werden kann. Hasselberg brachte Luft bei tiefer Temperatur zum Leuchten, indem er den Induktionsstrom nicht direkt in die Geissler'sche Röhre einleitete, sondern mit Staniolbelegen nur äussere Ladung herbeiführte. Die Temperatursteigerung für jede Entladung in der Röhre betrug nur 10—15° C., so dass man bei der Unsicherheit der Messungen füglich die Frage stellen kann, ob unter solchen Umständen überhaupt eine messbare Temperatursteigerung vorgekommen ist. Dieses Leuchten verdünnter Gase heisst Elektroluminescenz.

Luminescenzerscheinungen überhaupt nennt Wiedemann solche Processe, bei denen das normale Verhältniss zwischen translatorischer und intramolekularer Bewegung nicht vorhanden, bei denen die Strahlung eine irreguläre ist, also Leuchten stattfindet bei einer Temperatur, die noch weit unter der Glühtemperatur des luminescirenden Körpers liegt. Ausser der Elektroluminescenz gehört zu diesen Erscheinungen noch die Photoluminescenz, nämlich Fluorescenz und Phosphorescenz.

Das Phosphorescenzlicht trifft man in der unorganischen wie in der organischen Welt an, bei Mineralien wie bei Insekten, Fischen, Mollusken und Vegetabilien; das Spektrum desselben ist ein kontinuirliches oder es besteht aus hellen Banden von verschiedenen Farben.

Schon früher nahm man allgemein an, dass das Phosphorescenzlicht der Leuchtkäfer keine dunkeln Wärmestrahlen enthalte, weil das Spektrum derselben schneller als dasjenige der gebräuchlichen Lichtquellen nach dem rothen Ende zu abfällt, doch wurde diese Annahme erst im vergangenen Jahre zur Gewissheit erhoben, durch die sorgfältigen Messungen der Herren Langley und Very, die sie auf dem Alleghany-Observatorium an lebenden Exemplaren eines grossen Leuchtkäfers (Pyrophorus noctilicus) aus Cuba ausführten. Das Spektrum dieses Leuchtkäfers besteht aus einem breiten Lichtband im Gelb und

Grün, das sich nur wenig noch ins Orange und Blau ersteckt, es ermangelt der sichtbaren rothen Wärmestrahlen. Um aber zu entscheiden, ob auch dunkle Wärmestrahlen vorhanden sind, untersuchte Langley das ultra rothe Spektrum mit seinen empfindlichen Bolometern und fand, dass dies *nicht* der Fall, dass die von diesem Leuchtkäfer ausgestrahlte Wärme, nach Abzug der durch seine Körperwärme bedingten, äusserst gering ist.

Das Luminescenzlicht also, sowohl das durch Elektroluminescenz in Geissler'schen Röhren, als auch das durch Phosphorescenz erzeugte, erweist sich als das *vortheilhafteste* Licht, denn es ist eine Lichtentwickelung *ohne* gleichzeitige unnöthige Wärmeentwicklung, d. h. ohne unsichtbare Wärmestrahlen. Keine der bisherigen künstlichen Lichtquellen erfüllt diese Forderung. Am grössten ist der Verlust an Energie bei den Lichtquellen niedriger Temperatur, wie bei der Kerze, Petroleumlampe und Gasflamme, bei denen er über 99% beträgt. Bei den Lichtern höherer Temperatur, wie beim Glühlicht und dem elektrischen Bogenlicht, beträgt der Verlust etwas weniger, aber immerhin noch mehr als die Hälfte. Das Maximum der Energie liegt nämlich im Spektrum der Gasflamme bei der Wellenlänge von $\lambda = 1{,}6\ \mu$, beim elektrischen Bogenlicht bei $\lambda = 1{,}16\ \mu$, im Normalspektrum der Sonne bei $0{,}62\ \mu$ und im Leuchtkäferspektrum bei $0{,}57\mu$, also ganz im leuchtenden Theile desselben.

Die obigen Messungen Langleys zeigen also, dass die Natur in den Leuchtkäfern das billigste Licht hervorbringt, mit einem etwa vierhundertsten Theil der Kosten an Energie, die in der Kerzenflamme verbraucht wird und mit einem nur unbedeutenden Theile der Kosten des elektrischen Lichtes. Da nun Zoologen und Physiker annehmen, dass das Licht der Leuchtkäfer nicht unzertrennlich an einen sog. Lebensprocess gebunden, sondern als Resultat gewisser chemisch-physikalischer Vorgänge zu betrachten ist, so ist die Hoffnung vorhanden, dass einst die industrielle Herstellung eines solchen Lichtes gelingen wird, jedenfalls werden diese verbesserten Lichtquellen in der grossen Gruppe der Luminescenz-Erscheinungen zu suchen sein.

Eine Elektroluminescenzerscheinung in grossem Maassstabe ist nach neuerer Theorie das *Nordlicht.* Bekanntlich nimmt man an, die Sonne sei ein elektrischer Körper, welcher auf die Glieder des Sonnensystems elektrische Wirkungen ausübt. Diese elektrische Fernewirkung ist um so grösser; je thätiger die Sonne ist, dies offenbart sich am auffallendsten im Auftreten von Sonnenflecken und mit diesen erreichen

die Nordlichter ihr Maximum an Häufigkeit und Intensität. Die durch die Sonne erzeugte Elektricität bedingt nun in den obersten verdünnten Luftschichten der Erdathmosphäre elektrische Entladungen, die unter Lichterscheinungen stattfinden, ähnlich wie in Geissler'schen Röhren. Vogel sieht daher das Nordlichtspektrum als eine Modifikation des Luftspektrums an, dasselbe stimmt nur desshalb nicht mit dem Luftspektrum überein, weil die elektrischen Entladungen in den höchsten Luftschichten bei so tiefer Temperatur stattfinden, wie wir sie in den Geissler'schen Röhren nicht herstellen können. Doch konnte Hasselberg bei dem oben erwähnten Versuche im Luftspektrum bereits 3 Nordlichtlinien nachweisen und Wüllner hat 1889 in demselben, bei Anwendung einer weiten Röhre mit Längsdurchsicht, die grüne Nordlichtlinie λ=557 $\mu\mu$ gefunden.

Eine weitere Elektroluminescenzerscheinung ist sehr wahrscheinlich das Eigenlicht der Kometen. Das Spektroskop hat gezeigt, dass die Lichterscheinung der Kometen ganz ähnlich ist derjenigen, welche man an den Geissler'schen Röhren, durch welche elektrische Entladungen gehen, beobachtet. Dass die Dämpfe, welche den Hauptbestandtheil des Kometen bilden, eine sehr geringe Dichte und tiefe Temperatur besitzen, ist durch verschiedene Thatsachen bestätigt. In neuester Zeit hat A. Berberich die Helligkeitserscheinungen des Encke'schen Kometen, über den mehr als hundertjährige Beobachtungen vorliegen, mit den von R. Wolf gegebenen Epochen der elfjährigen Sonnenfleckenperiode verglichen. Dabei hat sich das merkwürdige Resultat ergeben, dass die Helligkeits-Maxima und Minima des Kometen zusammenfallen mit den Maxima und Minima der Sonnenthätigkeit. Alle diese und auch andere Thatsachen, so das Ausstossen eines Schweifes in der von der Sonne abgewendeten Richtung, bei der Annäherung zu derselben, sprechen dafür, dass die Sonne auch elektrische Wirkungen auf die Kometen ausübt, wobei die von der Sonne erzeugte Elektricität in den verdünnten Gasen des Kometen Entladungen bewirkt, welche das Luminescenzlicht verursachen. Auf die Spektralerscheinungen werden wir später zu sprechen kommen.

Kehren wir nun wieder zurück zu den Linienspektra.

Die Spektra der chemischen Stoffe erzeugen nicht nur helle, sondern auch dunkle aktive Linien, die mit den früher besprochenen Methoden nachgewiesen werden können. Die Metalle Cadmium, Zink und Aluminium sind besonders reich an ultravioletten Strahlen. Die äusserste bekannte ultraviolette Linie des Cadmiums liegt bei λ=214

$\mu\mu$, die des Zinks bei λ=202 $\mu\mu$ und die des Aluminiums (dreifach) λ=186 $\mu\mu$, die letztere liegt also ganz am Ende des bis jetzt bekannten Spektrums.

Im Spektrum eines Metalles erscheinen die farbigen Linien an bestimmten Stellen einer für jedes Spektroskop willkürlich gewählten Skala und eine und dieselbe farbige Linie hat im Vergleiche zu den übrigen in den verschiedenen Apparaten eine sehr ungleiche Stellung, je nach der zerstreuenden Kraft desselben. Dagegen ist die Wellenlänge jeder Linie eine feste, unveränderliche Grösse, die von dem angewendeten Apparate unabhängig ist. Aus diesem Grunde reduzirt man die Skalenangaben jedes Spektroskopes auf Wellenlängen; die Reduktion geschieht in der Weise, dass man mit einem Beugungsspektrum die Wellenlängen einer Anzahl der wichtigsten Linien bestimmt und mit Hülfe derselben für jedes Instrument eine Wellenlänge-Curve konstruirt, mit welcher für jede Stelle der Skala die zugehörige Wellenlänge auf graphischem Wege gefunden werden kann.

Schon Kirchhoff und Bunsen haben nachgewiesen, dass der Hitzegrad, bei dem ein Stoff verflüchtigt wird, Einfluss hat auf den Charakter des Spektrums, indem bei steigender Temperatur die Zahl und Helligkeit der Linien sich ändert, die Lage derselben aber ungeändert bleibt, das Spektrum nähert sich immer mehr dem kontinuirlichen, in welches es bei genügend hoher Temperatur übergeht. Natrium z. B. in der Flamme des Bunsenbrenners verdampft, strahlt einfarbig gelbes Licht aus, welches im Spektroskop eine gelbe Linie gibt; im elektrischen Flammenbogen treten eine ganze Reihe von Linien auf und Natriumdampf von der Temperatur 2500° C. strahlt weisses Licht aus von jeder Brechbarkeit, das ein kontinuirliches Spektrum erzeugt.

Zu ähnlichen Resultaten führten die Untersuchungen der Spektra glühender Gase, in welchen die Existenz von Spektra verschiedener Ordnung sich offenbarte. Bei hohem Drucke geht das Linienspektrum des Gases nach und nach in das kontinuirliche über; der Wasserstoff z. B. gibt bei einem Drucke von nicht ganz zwei Atmosphären, ein blendend helles kontinuirliches Spektrum.

Nach dem *chemischen Gesetze der Periodicität* von Mendelejeff und Lothar Meyer, lassen sich die Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen als periodische Funktionen der Atomgewichte darstellen. Schon bald nach Entdeckung der Spektralanalyse hat man desshalb begonnen zu versuchen, ob sich nicht auch eine solche Peroidicität im Auftreten der Spektrallinien zeige, ob sich nicht die Linien

als harmonische Obertöne einer Grundschwingung darstellen liessen. Verschiedene angestellte Versuche führten aber nicht zum Ziele, bis Schuster 1880 die Möglichkeit einer solchen Darstellung mit Hülfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung nachwies und der erste, welcher dann ein wirkliches Gesetz für die Lage der Linien in einem Spektrum fand, war Balmer. Dieser zeigte im Jahre 1885, dass sich die Linien des Wasserstoffs aus der Grundschwingung $\lambda = 364{,}56$ durch die Formel $\lambda = 364{,}56 . \frac{n^2}{n^2-4}$ darstellen lassen, wenn man in derselben für n alle ganzen Zahlen setzt von $n = 3$ bis $n = 16$, die 4 Hauptlinien ergeben sich für $n = 3, 4, 5, 6$.

Zum Zwecke, auch für die Spektra der Metalle eine Gesetzmässigkeit für die Lage der Linien zu finden, untersuchten Kayser und Runge in Hannover in den Jahren 1887—1890 die Alkalien. Dieselben wurden in möglichst reinem metallischen Zustande im elektrischen Kohlenbogenlicht verdampft und die Wellenlängen der in grosser Anzahl auftretenden Linien sehr genau bestimmt, mit Hülfe eines, mit einem Rowland'schen Concavgitter erzeugten Beugungsspektrums. Das Gitter enthielt 790 Furchen auf einen Millimeter und hatte den Krümmungsradius 6,5 m. Die von ihnen erhaltenen Resultate sind in Folgendem angegeben:

Alle Alkalien besitzen eine Anzahl sehr leicht umkehrbarer Linien, die in Paaren auftreten, und berechnet werden können aus zwei Formeln von der Form $\lambda^{-1} = A + B n^{-2} + C n^{-4}$, in welchen A, B, C für jedes Element bestimmte Constante darstellen, und der Ordnungszahl n der Reihe nach die ganzzahligen Werthe $n = 3, 4, 5, \ldots$ bis zu einer bestimmten Grenze beizulegen sind; der reciproke Werth λ^{-1} der Wellenlänge bedeutet die Schwingungszahl. Diese Linien bilden die Hauptserie, mit Ausnahme von Lithium ist für ihre Linienpaare die Differenz der Schwingungszahlen der vierten Potenz der Ordnungszahl umgekehrt proportional. Die niedrigste existirende Ordnungszahl ist stets $n = 3$, nur bei Caesium ist das entsprechende Linienpaar nicht beobachtet, da es im Ultraroth liegt.

Ausser den Hauptserien haben die Alkalien Nebenserien, und zwar Rubidium, Lithium, Caesium deren zwei, Natrium und Kalium deren vier; je zwei Nebenserien sind kongruent, so dass sie auch als eine Serie von Paaren aufgefasst werden können. Die Linien der verschiedenen Nebenserien haben sehr deutlich verschiedenes Aussehen, indem die der einen Serie nur unscharf gegen Roth, die der andern unscharf

nach beiden Seiten sind. Die Linien der Nebenserien werden durch dieselbe Formel, nur mit verschiedenen Constanten A, B, C dargestellt. Die Schwingungsdifferenz aller aufeinander folgender Paare der Nebenserien ist für jedes Element die gleiche, und die Atomgewichte der Elemente wachsen ein wenig stärker als die Quadratwuzeln aus den Schwingungsdifferenzen.

Vergleicht man die verschiedenen Alkalien miteinander, so tritt ausser dem homologen Bau sehr auffallend hervor, dass sowohl die Haupt- als die Nebenserien mit wachsendem Atomgewicht nach der Seite der längeren Wellen, nach Roth, hinrücken, wie schon früher bekannt war. Für die im violetten Theile des Spektrums gelegenen Linien von Calcium, Strontium, Barium, Gallium, Indium, Thallium gilt dasselbe. Die Auffindung solcher Gesetzmässigkeiten ist noch immer mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, da die Spektra der meisten Stoffe sehr komplizirt und mit der Temperatur veränderlich sind.

Anwendung der Linien- und Bandenspektra macht man zur chemischen Analyse, indem in Gemischen aus verschiedenen Metallsalzen die einzelnen Metalle sich leicht und sicher erkennen lassen aus ihren bestimmten, charakteristischen Linien. Diese Methode bietet die Vortheile, dass sie schnell ausgeführt, bequem und sehr empfindlich ist. Die empfindlichste spektroskopische Reaktion zeigt Natrium, von dem noch ein $\frac{1}{3.000.000}$ eines Milligrammes nachgewiesen werden kann. Vermittelst dieser Analyse sind seit dem Jahre 1860 schon verschiedene neue chemische Elemente, wie Caesium, Rubidium, Thallium, Indium, Gallium, Samarium, Scandium entdeckt worden.

Der *quantitativen chemischen Analyse* wurde durch die neuen Untersuchungen von Hartley eine ganz neue Bahn geöffnet, mit Hilfe der Spektralphotographie, indem er die Funkenspektra von Lösungen bei Anwendung von Graphitelektroden photographirte. Die Methode ist sehr empfindlich in Bezug auf die einzelnen Metalle, sie verspricht für die quantitative Analyse von grossem Vortheil zu werden, da jede Lösung bei gegebener Bedingung ein bestimmtes Spektrum liefert. Für Magnesium z. B. ist die Empfindlichkeit unbegrenzt, man kann bei bestimmter Funkenstrecke noch $\frac{1}{10.000.000}$ mgr. auffinden, bei Vergrösserung derselben lässt sich die Empfindlichkeit noch um das 10,000fache steigern. Dabei haben, mit nur wenig Ausnahmen, die nichtmetallischen Bestandtheile eines Salzes keinen Einfluss auf die Funkenspektra der Lösungen.

Eine der wichtigsten Verwendungen, welche das Spektroskop in der Technik gefunden hat, ist diejenige bei der Bereitung des Gussstahls nach dem Bessemer-Prozess. Um Gussstahl zu erhalten wird dem Gusseisen sein Gehalt an Kohlenstoff entzogen, indem ein Luftstrom durch das in einem birnförmigen Gefässe, dem Convertor, enthaltene geschmolzene Eisen getrieben wird, der dabei die in diesem enthaltene Kohle oxidirt und verbrannt. Die Hitze des geschmolzenen Gusseisens ist so gross, dass die glühenden Dämpfe aller damit verbundenen Stoffe an der oberen Oeffnung der Bessemer-Birne in Gestalt einer Flamme emporschlagen. Untersucht man diese mit einem einfachen Spektroskop mit gerader Durchsicht, so sieht man, dass die Linien des Spektrums im Laufe des Prozesses der Erhitzung bedeutend und regelmässig sich ändern und diese regelmässige Aenderung der charakteristischen Linien gibt ein Mittel den Augenblick zu erkennen, in welchem die Oxidierung aufhören und das Gebläse abgestellt werden muss. Die richtige Erkennung dieses Momentes ist sehr wichtig, da ein Versehen um einen Bruchtheil einer Minute hinreichend sein kann, um 100 Zentner Gussstahl zu verderben.

Die dritte Hauptart von Spektra sind

Die Absorptionsspektra.

Geht weisses kontinuirliches Licht, bevor es durch ein Prisma zerlegt wird, durch ein durchsichtiges, festes, flüssiges oder gasförmiges Medium, so können einzelne Farben oder Strahlen von bestimmter Brechbarkeit in demselben verschluckt, absorbirt, werden. Diese fehlen dann in dem vorher kontinuirlichen Spektrum, so dass dasselbe nur einzelne Farben zeigt, oder dass es von dunklen Linien und Bändern durchzogen erscheint. Ein solches Spektrum, welches aus dunkeln Linien und Bändern auf hellem, farbigem Grunde besteht, heisst ein Absorptionsspektrum.

Lässt man z. B. ein Bündel weissen Sonnenlichtes durch eine rothe Glasplatte gehen, so absorbirt diese meist alle Farben mit Ausnahme des Roth; das Spektrum zeigt nur einen rothen Streifen. Durchsetzt das weisse Licht, bevor es ins Spektroskop tritt eine Flüssigkeit, z. B. einen Auszug des Chlorophylls (Blattgrün), so entsteht im rothen, gelben und grünen Theile des Spektrums je ein dunkles Band und das Blau und Violett verschwinden zum grössten Theil. Die grüne Chlorophyllösung absorbirt aber nicht jede Art von Roth und Gelb,

sondern nur rothe und gelbe Strahlen bestimmter Brechbarkeit, die übrigen Strahlen des weissen Lichtes lässt sie ungehindert durchgehen. Uebrigens ist das Aussehen des Spektrums sehr bedingt von der Concentration der Lösung und der Dicke der durchlaufenen Schicht.

Die grüne Farbe der Pflanzen ist nichts anderes, als der zurückgestrahlte Rest des weissen Sonnenlichtes, von dem in dem chlorophyllhaltigen Zellgewebe der Pflanzen die oben bezeichneten Strahlen absorbirt wurden; desshalb zeigt das von grünen Pflanzentheilen reflektirte Licht das Absorptionsspektrum des Chlorophylls.

Ein bekanntes Absorptionsspektrum ist dasjenige des Blutfarbstoffs (Oxyhämoglobin), welches in der gerichtlichen Medicin eine wichtige Verwendung gefunden hat.

Ziemlich frisches, stark mit Wasser verdünntes Blut zeigt im Gelb und im Anfange des Grün zwei dunkle Absorptionsbanden, die durch einen Streifen geschwächtes Grün getrennt sind, Blau und Violett sind fast ganz ausgelöscht. Diese Blutreaktion ist sehr empfindlich. Löst man getrocknetes Blut in Pulverform in Wasser, dass nur eine schwach gelbliche Lösung entsteht, so zeigt diese doch deutlich die beiden dunkeln Blutbänder. Ist die vom weissen Lichte durchlaufene Blutschicht dicker, so werden die Bänder dunkler, bei 1,5 cm. Schichtdicke zeigen sich noch deutliche Reste der Bänder, wenn das Auge im durchgelassenen Licht keine Färbung und höchstens im auffallenden eine Spur gelblichen Tones wahrnehmen kann. Mit einem empfindlichen Instrumente, dem Mikrospektroskop, hat Sorby noch $\frac{1}{1000}$ Gran Blutfarbstoff nachgewiesen. Die spektroskopische Reaktion des Blutes zeigt sich noch bei mehrere Jahre alten Blutflecken.

Mit dem Spektroskope lässt sich auch der Nachweis einer Kohlenoxydgasvergiftung leisten, wie solche z. B. öfter bei zu frühem Schliessen von Ofenklappen entstehen und häufig den Tod durch Ersticken zur Folge haben. Schüttelt man nämlich gewöhnliches, reines Blut mit etwas Schwefelammonium, so wird das Oxyhämoglobin zu Hämoglobin reduzirt und die beiden dunkeln Blutbänder vereinigen sich zu einem einzigen breiten, verwaschenen Streifen. Ist aber das Blut mit nur wenig Kohlenoxydgas imprägnirt, so vereinigen sich die beiden Blutbänder *nicht*. Auch diese Reaktion ist sehr empfindlich und zeigt sich noch lange Zeit nach dem Tode einer infolge von Kohlenoxydvergiftung verstorbenen Person. Ganz neulich hat man auch gefunden, dass Vergiftung durch Blausäure sicher durch das eigenthümliche Blutspektrum nachgewiesen werden kann.

Auch der Wein erzeugt dunkle Absorptionslinien. Sorby hat mit dem Mikrospektroskop aus der Anzahl und Lage dieser Linien das Alter und den Jahrgang des Weines innerhalb seiner zehn ersten Jahre mit Sicherheit bestimmt. Vogel hat mit einem gewöhnlichen Taschenspektroskop die Absorptionsspektra verschiedener Farbstoffe und die Anwendung derselben zur Entdeckung von Weinverfälschungen studirt, doch steht die spektroskopische Untersuchung des Weines bis jetzt der chemischen noch bedeutend nach, dasselbe ist der Fall bei dem Bier.

Von den Absorptionsspektra macht man ferner Anwendung in der Farbstofffabrikation und zur chemischen Analyse. Eine vollkommen farblose Lösung von Dydim z. B. gibt ein charakteristisches Absorptionsspektrum aus einer Reihe sehr scharfer dunkler Linien bestehend, welche sich bereits zeigen, wenn nur ganz geringe Mengen einer Dydimverbindung in der Lösung enthalten sind und zur Erkennung desselben führen.

Die grössten Triumphe aber hat die Spektralanalyse gefeiert auf dem Gebiete der Astronomie, in ihrer Anwendung zur

Untersuchung der Natur der Himmelskörper.

Eine Reihe der wichtigsten astronomischen Entdeckungen knüpft sich lediglich an die Benützung physikalischer Forschungsmethoden, besonders an die Spektralanalyse und an die Einführung der Photographie in die astronomische Beobachtungskunst. Auch die erstere hat sich die Photographie dienstbar gemacht, indem in neuester Zeit die Sternspektra am schärfsten und genauesten werden bei photographischer Aufnahme. Eine Reihe von Sternwarten beschäftigen sich gegenwärtig fast ausschliesslich mit Astrophysik, und es vergeht beinahe keine Woche, in der nicht neue Entdeckungen gemacht werden.

Die hier vorkommenden Spektra sind meist Absorptionsspektra und bei denselben handelt es sich fast ausschliesslich um die Absorption in Gasen und Dämpfen.

Das Kirchhoff'sche Gesetz: Das Verhältniss zwischen dem Emissions- und dem Absorptionsvermögen einer und derselben Strahlgattung ist für alle Körper bei derselben Temperatur dasselbe (für die Lumineszenzerscheinungen hat das Gesetz nur beschränkte Gültigkeit), lautet, auf die Gase und Dämpfe übertragen: Jedes Gas und jeder Dampf

absorbirt bei ihrem Durchgange genau diejenigen Lichtstrahlen, welche sie selbst in glühendem Zustande aussenden.

Der glühende Natriumdampf z. B. gibt als Spektrum unter gewöhnlichen Verhältnissen eine hellgelbe Linie, welche in einem stark zerstreuenden Spektroskope sich in zwei nahe beisammen stehende Linien auflöst, er strahlt also nur einfarbiges gelbes Licht aus. Lässt man nun das intensiv weisse Licht des elektrischen Flammenbogens, welches im Gesichtsfelde des Spektroskopes ein kontinuirliches Spektrum erzeugt, durch Natriumdampf hindurchgehen, so löscht der letztere aus dem weissen Lichte gerade nur diejenigen gelben Strahlen aus, welche er im glühenden Zustande selbst ausstrahlt, d. h. diejenigen an der Stelle der Natriumlinie; alle andern Strahlen dagegen, die rothen, orangefarbigen, die übrigen gelben, die grünen, blauen und violetten Strahlen gehen ungehindert und ungeschwächt hindurch. Im durchgelassenen Lichte fehlen daher jene gelben Strahlen und es entsteht genau an der Stelle der hellen Natriumdoppellinie eine *dunkle* Doppellinie im hellen kontinuirlichen Spektrum.

In derselben Weise konnten Kirchhoff und Bunsen durch Lithium-, Kalium-, Calcium-, Strontium- und Bariumdampf aus dem kontinuirlichen Spektrum genau dieselben hellen, farbigen Linien auslöschen und in dunkle verwandeln, welche von diesen Dämpfen selbst in der Glühhitze durch Ausstrahlung erzeugt werden. Cornu hat dieselbe Verwandlung der Linien auch für Blei, Silber, Zink, Kupfer und andere Metalle gezeigt.

Weil bei diesen Versuchen die hellen Linien der Gasspektra sich in dunkle verwandeln, dagegen die dunkeln Theile der Gasspektra von dem kontinuirlichen Spektrum des weissen Lichtes hell und farbig beleuchtet erscheinen, mithin das ganze Spektrum in Bezug auf die Beleuchtung umgekehrt erscheint, so nennt man die ganze Erscheinung nach Kirchhoff «die Umkehrung der Linien oder die Umkehrung des Spektrums». Diese Absorptionsspektra heissen daher auch Umkehrungsspektra. Die Umkehrung der Linien gelingt um so sicherer, je höher die Temperatur des weissglühenden Körpers, welcher das kontinuirliche Spektrum erzeugt, und je niedriger die des umkehrenden Dampfes ist.

Solche Umkehrungsspektra zeigen nun die meisten Himmelskörper. Aus der Anzahl und Lage der Absorptionslinien im Spektrum eines Gestirnes und aus der Uebereinstimmung — Coincidenz — dieser dunkeln Linien mit den hellen Linien im Spektrum bekannter

irdischer Stoffe, welche Coincidenz man nachweist durch gleichzeitige Uebereinanderlagerung beider Spektra, kann man schliessen, dass jene Stoffe in Dampfform als absorbirende Medien in der Atmosphäre des betreffenden Weltkörpers vorhanden sind und auf diese Weise lässt sich die chemische Natur desselben spektroskopisch bestimmen. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass auch die Erdatmosphäre, besonders der in ihr enthaltene Wasserdampf, eine grosse Anzahl von Absorptionslinien erzeugt, die besonders zu bestimmen und in jedem speziellen Falle von dem ganzen Spektrum zu subtrahiren sind. Der Lichtstrahl also, welcher der einzige Bote ist, der uns Kunde gibt von dem Dasein der uns sichtbaren unermesslich fernen Weltkörper, offenbart uns zugleich ihre physische Beschaffenheit.

Das grösste Interesse bot von jeher unsere Licht- und Wärmequelle,

Die Sonne.

Entwirft man durch ein stark zerstreuendes Prisma in einem dunkeln Zimmer auf einem weissen Schirm ein Spektrum der Sonne, so zeigt sich der helle, farbige Grund desselben durchzogen von unzählig vielen dunkeln Linien, deren wichtigste ihr Entdecker *Frauenhofer* (1814) mit den grossen Buchstaben des Alphabetes bezeichnet hat und die nach ihm Frauenhofer'sche Linien heissen. Von diesen dunkeln Linien liegen A, B und C im Roth, D im Gelb, E im Grün, F im Grünblau, G im Blau und die Doppellinie H im äussersten Violett. Die Linien A und B coincidiren mit Sauerstofflinien, C, F und eine vor G liegende Linie mit den Wasserstofflinien Hα, Hβ und Hγ, D mit der Natriumlinie und E, G und H mit Eisen- und Calciumlinien. Frauenhofer'sche inaktive Linien gibt es auch im ultrarothen und im ultravioletten Theil des Sonnenspektrums, die wichtigsten im letzteren sind mit K, L, . . . bis T bezeichnet; beide Theile lassen sich nach den früher angegebenen Methoden untersuchen.

Die Frauenhofer'schen Linien dienen als Marksteine im Sonnenspektrum, desshalb hat man die Wellenlängen derselben genau bestimmt, vermittelst eines, mit einem feinen Gitter erzeugten Beugungsspektrums.

Dieses hat vor dem prismatischen Brechungsspektrum den Vortheil, dass es unabhängig ist von dem fremden Einflusse, welchen die Natur der Substanz, aus welcher die Prismen bestehen, auf die Vertheilung der Farben ausübt. Angström in Upsala hat auf diese Weise die

Wellenlängen von beinahe tausend Frauenhofer'schen Linien bis auf ein Zehnmilliontel eines Millimeters genau bestimmt, eine grosse Anzahl der übrigen durch Interpolation berechnet und aus allen diesen Linien blos nach der Grösse ihrer Wellenlänge das Sonnenspektrum zusammengestellt, er nennt es mit Recht das normale Sonnenspektrum. Zu jeder neu gefundenen Linie kann sofort die Wellenlänge gefunden werden, wenn man dieselbe nach ihrer relativen Lage zu bekannten Linien in das Normalspektrum einträgt.

Kirchhoff stellte auf Grund seiner spektroskopischen Untersuchungen eine Theorie über die Beschaffenheit der Sonne auf, welche von den meisten Physikern anerkannt und durch weitere Forschungen vervollständigt worden ist.

Nach der Ansicht Kirchhoffs ist die Sonne ein in höchster Glühhitze befindlicher Ball. Der Sonnenkern ist von so hoher Temperatur und steht unter so hohem Drucke, dass eine Vorstellung von seinem Aggregatzustande kaum möglich ist. Jedenfalls aber ist die äusserste Schicht, welche den Sonnenrand bildet, gasförmig, von derselben aus findet hauptsächlich die Ausstrahlung von Energie und Licht statt, deshalb heisst sie die *Photosphäre.* In Folge der Ausstrahlung enthält sie glühende Condensationsprodukte, die cyrrhusartige Wolken bilden, welche also ein kontinuirliches Spektrum erzeugen. Auf diese folgt eine sehr dünne Schicht von Metalldämpfen, ihre Temperatur ist geringer als die der Photosphäre, in dieser Schicht findet die Absorption, also die Umkehrung der hellen Linien in dunkle, Frauenhofer'sche Linien statt, dieselbe ist sehr wahrscheinlich nur der oberste Theil der Photosphäre. Die Frauenhofer'schen Linien sind aber nicht absolut dunkel, denn sie empfangen das Licht, das die glühenden Metalldämpfe selbst ausstrahlen, nur ist dieses schwächer als dasjenige der Photosphäre, die Linien erscheinen daher nur dunkel aus Contrast gegen die hellere Umgebung.

Im Spektrum dieser Dampfschicht findet man die meisten der irdischen Metalle von geringem Atomgewicht: Natrium, Calcium, Barium, Mangan, Nickel, Zink, Eisen u. s. w., bei dem Eisen z. B. hat man die Coincidenz von etwa zweitausend Frauenhofer'schen Linien mit hellen Eisenlinien nachgewiesen, von Metallen mit hohem Atomgewicht hat man nur Blei gefunden. Bei einer totalen Sonnenfinsterniss blitzen im Momente der vollständigen Verfinsterung bei radial zur Sonne gestelltem Spalt die Metalllinien nur einen Augenblick hell auf, denn es kommt dann nur das Licht der glühenden Metalldämpfe in das

Spektroskop, bei Sonnenlicht können diese Linen nicht hell gemacht werden.

Auf diese dünne Schicht glühender Metalldämpfe folgt eine mächtige, 1000 — 1500 Meilen hohe Schicht glühender Gase, die wesentlich aus Wasserstoff besteht und die wegen ihrer röthlichen Färbung die *Chromosphäre* heisst. Richtet man die Spalte des Spektroskopes auf den äussersten Sonnenrand und wendet starke Zerstreuung an, um das noch in die Spalte gelangende diffuse Tageslicht abzuschwächen, so erhält man ein helles Linienspektrum derselben. Dieses Spektrum der Chromosphäre zeigt gewöhnlich die hellen Linien des Wasserstoffs, des Heliums und Coroniums, letztere noch zwei unbekannte Stoffe, welche sich in der äussersten Sonnenatmosphäre finden; das Helium offenbart sich durch eine gelbe Linie, nahe bei der Natriumlinie D, sie hat die Wellenlänge $\lambda = 587{,}6\ \mu\mu$ und das Coronium durch eine grüne Linie $\lambda = 531{,}7\ \mu\mu$.

Infolge heftiger Eruptionen und Strömungen, sog. *Protuberanzen*, wird die Chromosphäre zu ungeheuren Höhen 10—20.000 und mehr Meilen emporgerissen, in denselben werden auch die Dämpfe einiger Metalle mitgeführt, so dass die Linien derselben ebenfalls hell erscheinen. Von den 273 dabei beobachteten Linien gehören die meisten dem Eisen an, daneben kommen noch vor Natrium, Calcium, Barium, Titan, Mangan, Chrom und Magnesium. Bei weit geöffneter Spalte erhält man an Stelle jeder der Wasserstofflinien, in der Farbe der betreffenden Linie, ein Bild der ganzen Protuberanz, die manigfaltige Gestalten zeigt, wobei dieselbe photographirt werden kann.

Betrachtet man die Sonnenoberfläche durch ein mit einem Blendglas versehenes Fernrohr, so bemerkt man auf derselben meist einzelne dunkle und hellere Stellen, die ersteren heissen Sonnenflecke, die letzteren Sonnenfackeln; diese sind in den meisten Fällen die Begleiter der ersteren. Die Natur der Sonnenflecke, welche in der Häufigkeit ihres Auftretens nach R. Wolf eine elfjährige Periode befolgen, ist noch nicht vollständig aufgeklärt. Im Spektrum derselben sind die Absorptionslinien zahlreicher, breiter und dunkler als im Spektrum der übrigen Sonnenscheibe und zwar ist die Zahl der stark verbreiterten Metalllinien viel grösser im Minimumfleck, als in dem der Maximumsperiode (nach Perry und Cortie). Die verstärkte Absorption betrifft namentlich die Linien der Metalle Eisen, Calcium, Titan, Natrium, Barium und Mangan, so dass sich schliessen lässt, dass die den Sonnenfleck bildende Substanz vorzugsweise aus Dämpfen

jener Metalle bestehe, die in sehr verschieden dichten Schichten und in sehr verschiedenen Verhältnissen auftreten. Daneben spielt der Wasserstoff eine Hauptrolle, es zeigen sich manchmal die Linien desselben hell, von den über dem Fleck lagernden glühenden Gasmassen herrührend. Das Spektrum eines Sonnenfleckes ist ferner der Breite nach von dunkeln Banden durchkreuzt, welche beweisen, dass es innerhalb desselben ein Gebiet allgemeiner Absorption gibt, die sich auf alle Strahlen erstreckt. Dieses beweist ohne Zweifel, dass die Temperatur innerhalb des Fleckes niedriger ist als die der umgebenden Region der Sonnenoberfläche.

Nach der spektroskopischen Untersuchung lässt sich die Bildung eines Sonnenflecks dadurch erklären, dass nach einer heftigen Gaseruption, Protuberanz, die infolge der Expansion abgekühlten Gasmassen in die Photosphäre niedersinken und dampfförmige Niederschläge bilden, wobei vielleicht noch chemische Verbindungen stattfinden. Die schweren Theile dieser Niederschläge bilden an den Stellen grösster Verdichtung den Kern des Flecks, die weniger dichten Randtheile desselben den Halbschatten, die sog. Penumbra; aber auch der dampfförmige Kern lässt, obgleich er fast schwarz erscheint, noch sehr viel Sonnenlicht hindurch, denn ein solcher gibt noch immer ein Spektrum mit allen Einzelheiten des vollen Sonnenlichtes. Mit dieser Erklärung der Sonnenflecke stimmt auch die Erscheinung überein, dass die genannten Metalldämpfe, welche die stärkste Absorption verursachen, auch diejenigen sind, welche in den Protuberanzen in die Höhe gerissen werden.

Ueber das Vorkommen des Metalloides Stickstoff auf der Sonne ist man noch sehr im Zweifel. Auffallender Weise zeigen sich nämlich im Sonnenspektrum einige der früher erwähnten Cyanbanden und es war Lockyer, der zuerst darauf aufmerksam machte, dass unter den Frauenhofer'schen Linien sich die Cyanbande bei $\lambda = 422$ finde. Später wurden von Vogel und Andern noch weitere Cyanbanden gesehen, von derjenigen bei $\lambda = 388$ ist jede Kohlenlinie im Sonnenspektrum vertreten. Diese merkwürdige Thatsache ist noch nicht aufgeklärt. Da Cyan sich schon bei einigen 1000^0 dissocirt, während die Temperatur der Sonne viel höher angenommen wird, so kann es nicht die Kohlen-Stickstoffverbindung sein, die wir als Cyan bezeichnen und andererseits kann das schwere Cyangas nicht in der äussersten, kühleren Sonnenatmosphäre über dem leichten Wasserstoffgas schweben.

Der Sauerstoff offenbart sich im Sonnenspektrum durch eine Anzahl dunkler Frauenhofer'schen Linien A, B, α, . . . und eine

Reihe von Absorptionsbanden im Roth, Gelb, Grün, Blau u. s. w., die bisher noch nicht aufgelöst werden konnten. Bis zum letzten Jahre war man nicht sicher, ob die Entstehung derselben der absorbirenden Wirkung der Sonnen- oder derjenigen der Erdatmosphäre zuzuschreiben ist. Schon längst hat man nämlich die Wahrnehmung gemacht, dass die dunkeln Sauerstoffbanden bei hohem Stand der Sonne fehlen und nur beobachtet werden bei tiefem Stand, wo das Sonnenlicht einen weiteren Weg durch die Erdatmosphäre zurückzulegen hat, und dass auf Bergen die Intensität der Sauerstofflinien geringer ist als in der Ebene. Besonders verdient um die Lösung dieser höchst wichtigen Frage machte sich der Astronome Janssen. Als seine Beobachtungen im Jahre 1864 auf dem Faulhorn keinen entschiedenen Aufschluss gaben, operirte Janssen mit künstlichem Licht. Im Oktober 1864 liess er auf dem einen Ufer des Genfersees einen grossen Holzstoss anzünden, dessen Flamme in der Nähe beobachtet ein kontinuirliches Spektrum gab, auf dem andern Ufer dagegen beobachtet in einer Entfernuug von 21 km. traten dieselben dunkeln Linien auf, die Brewster im Spektrum der untergehenden Sonne beobachtet hatte. Um die Absorption des Wasserdampfes allein zu finden, untersuchte Janssen in seinem Laboratorium in Paris spektroskopisch das Licht, das durch einen 37 m. langen, mit Wasserdampf gefüllten Cylinder gestrichen war, es traten zwischen dem äussersten Roth und der D-Linie Gruppen von dunkeln Linien auf, welche denen der untergehenden Sonne ganz ähnlich waren. In neuester Zeit machte er noch Versuche über die Absorption der Erdatmosphäre zwischen dem Eiffelthurm als Lichtemissionsstation und dem Observatorium zu Meudon als spektroskopische Station. Im Jahre 1888 beobachtete Janssen das Sonnenspektrum auf Grands-Mulets am Mont-Blanc in einer Höhe von 3050 m., und endlich im August 1890 auf der Spitze des Mont-Blanc in einer Höhe von 4800 m., wobei besonders die letzteren Beobachtungen eine über Erwarten grosse Verminderung der Intensität der dunkeln Fraüenhofer'schen Linien A, B, α und der Banden, welche dem Sauerstoff angehören, zeigten, die Liniengruppe B war ganz verschwunden. Aus allen den seinigen und den von Andern gemachten Beobachtungen zieht Janssen den Schluss, dass die Absorptionslinien und Banden des Sauerstoffs *unzweifelhaft* der Erdatmosphäre angehören und Sauerstoff in der Sonnenatmosphäre nicht zu finden sei, wenigstens *nicht* in dem Zustande, welcher ihn befähigt auf das Licht die Absorption auszuüben, die er in unserer Erdatmosphäre hervorbringt.

Das Auftreten der atmosphärischen Absorptionslinien im Sonnenspektrum gestattet mit Vortheil eine Anwendung in der *Meteorologie zur Wetterprognose.* Der Umstand, dass bei Zunahme des atmosphärischen Wasserdampfes die tellurischen Linien im Spektrum dunkler und breiter werden, besonders die Gruppen in der Nähe der D-Linie, lässt naturgemäss umgekehrt aus der Intensität der bekannten Wasserdampflinien, der sog. Regenbänder, auf die Luftfeuchtigkeit schliessen; je grösser aber die Luftfeuchtigkeit, um so grösser ist unter sonst gleichen Umständen die Neigung zu Niederschlägen. Zur Beobachtung dient ein gewöhnliches Spektroskop à vision directe. Das Spektroskop gewährt den Vortheil, dass es Aufschluss verschafft über die Gesammtabsorption des Wasserdampfes in der ganzen Linie vom Beobachter bis zur äussersten Grenze der Atmosphäre in der Richtung, nach welcher dasselbe gerichtet wird, also auch über jene Luftschichten, in welchen die Regenbildung stattfindet, während das Hygrometer, dessen sich die Meteorologen bedienen, nur Aufschluss gibt über die Luftfeuchtigkeit in der Umgebung des Instrumentes.

An der äussersten Peripherie der Sonnenatmosphäre befindet sich die *Corona*, ein in silberweissem Lichte strahlender Kranz von wechselnder Gestalt, der zur Zeit einer totalen Sonnenfinsterniss die schwarze Mondscheibe wie mit einem Heiligenschein umgibt. Das Hauptspektrum derselben ist ein schwaches, kontinuirliches, *ohne* Frauenhofer'sche Linien, die Corona besitzt also eigenes weisses Licht, Janssen, Draper und andere beobachteten aber auch Frauenhofer'sche Linien in demselben, was darauf hindeutet, dass sie auch Sonnenlicht reflektirt. Daneben zeigt das Spektrum der Corona noch einzelne helle Linien, deren Intensität, Zahl und Lage fast bei jeder totalen Sonnenfinsterniss wieder eine andere ist, unter diesen befindet sich gewöhnlich die helle, grüne Linie $\lambda = 531{,}7\ \mu\mu$, welche dem schon erwähnten unbekannten Stoffe Coronium angehört. Bei Gelegenheit der Sonnenfinsterniss von 1886 sah Dr. Schuster eine Reihe von Linien im Blau und Violett, deren Vergleichung mit den Linien irdischer Elemente ein negatives Resultat ergeben hat. Die stärkste Coronalinie war 1886 diejenige von der Wellenlänge 423,28 $\mu\mu$, die wahrscheinlich identisch ist mit der oft von Joung in der Chromosphäre gesehenen Linie $\lambda = 423{,}2\ \mu\mu$.

Die Natur der Corona ist noch nicht aufgeklärt, ziemlich sicher ist zunächst nur, dass die Ursache, welche eine elfjährige Periode der Sonnenflecken bedingt, in ähnlicher periodischer Art auch die Corona

beeinflusst. Das kontinuirliche Spektrum deutet darauf hin, dass neben gasförmigen Materien noch flüssige oder feste Theilchen, kosmischer Staub, vorhanden ist, welcher die Ausstrahlung des weissen Lichtes und die Reflexion des Sonnenlichtes bewirkt. Nach der einen Ansicht (Schuster, Joung) fallen die einzelnen Theilchen dieses Staubes als Meteore in die Sonne, oder kreisen als Meteorstaubring um dieselbe; nach einer andern Ansicht (Schäberle) wird diese feine, staubförmige Materie in Strömen von der Sonne selbst fortgeschleudert, durch Kräfte, welche senkrecht zur Sonnenoberfläche wirken.

Die Planeten unseres Sonnensystems zeigen das Sonnenspektrum mit den Frauenhofer'schen Linien; bei jedem einzelnen treten noch besondere dunkle Linien und Bänder hinzu, die durch Absorption entstehen bei der Reflexion des Sonnenlichtes in der Atmosphäre und an der Oberfläche des betreffenden Planeten, nur bei den beiden äussersten Planeten, *Uranus* und *Neptun*, lassen sich wegen der grossen Lichtschwäche des Spektrums die Frauenhofer'schen Linien nicht erkennen, dagegen mehrere dunkle Banden. Taylor zu Ealing glaubt in ihrem Spektrum helle Streifen gefunden zu haben, so dass er diesen beiden Planeten, sowie auch Jupiter, ein geringes Selbstleuchten zuschreibt. In den Spektra der grossen Planeten, Merkur, Venus, Mars, Jupiter etc., treten eine Anzahl tellurischer Absorptionslinien und Bänder auf, welche auf das Vorhandensein von Wasserdampf in ihren Atmosphären schliessen lassen, insbesondere lassen die spektroskopischen Beobachtungen erkennen, dass Mars eine Atmosphäre besitzt, deren Beschaffenheit von derjenigen der Erdatmosphäre nur wenig abweicht. Das Spektrum des Mondes ist in vollkommenster Uebereinstimmung mit dem der Sonne, es muss aus dieser Abwesenheit von besonderen Absorptionslinien der Schluss gezogen werden, dass der Mond keine Atmosphäre hat, die sich in unsern Spektroskopen durch Absorptionslinien bemerklich macht. In den Atmosphären des Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun ist ein noch unbekannter Stoff vorhanden, der sich durch starke Absorption gewisser rother Strahlen dokumentirt.

Das Spektrum der Fixsterne.

Aehnlich wie unsere Sonne zeigen die Fixsterne Umkehrungsspektra und durch Vergleichung mit den Linien irdischer Elemente findet man, dass sie im wesentlichen auch dieselbe chemische Zusammensetzung haben. Die Messung und Einzeichnung der Spektrallinien der

Fixsterne ist eine sehr mühevolle und subtile Arbeit, diese wurde nun bedeutend vereinfacht und viel genauer, nachdem es gelang, die Spektra direkt auf photographischem Wege aufzunehmen. Je nach der Zahl, Intensität und Breite der dunkeln Linien theilt man dieselben in verschiedene Klassen und Gruppen ein.

Die Eintheilung des italienischen Astronomen Secchi umfasst vier Haupttypen, diesen schliesst sich ein fünfter Typus an, aus wenigen Sternen bestehend, in deren Spektrum die Wasserstofflinien hell erscheinen.

Die Eintheilung von Vogel in Potsdam, die von den meisten Gelehrten acceptirt ist, enthält drei Klassen mit Unterabtheilungen, wobei die dritte Klasse den dritten und vierten Secchi'schen Typus vereinigt umfasst.

I. Klasse. Meist weisse Sterne. Die Metalllinien sind äusserst schwach oder sie sind gar nicht zu erkennen, die brechbareren Theile des Spektrums sind besonders intensiv. Die Sterne dieser Klasse besitzen die höchst vorkommenden Temperaturen.

a. Die dunkeln Wasserstofflinien sind breit und intensiv (Sirius, Wega).

b. Die dunkeln Wasserstofflinien fehlen (β, γ, δ, ε Orionis).

c. Die Wasserstofflinien und die Heliumlinie erscheinen hell; nur einzelne wenige Sterne (β Lyrae, γ Cassiopejae).

II. Klasse. Meist gelbliche Sterne, vom Typus unserer Sonne. Die Metalllinien treten sehr deutlich auf, die brechbareren Theile des Spektrums sind matt gegenüber der Klasse I, in den weniger brechbaren Theilen zuweilen schwache Banden.

a. Die sehr zahlreichen Metalllinien besonders intensiv im Gelb und Grün, Wasserstofflinien meist kräftig (Capella, Arcturus Aldebaran).

b. Ausser den dunkeln Linien und einzelnen schwachen Bändern noch mehrere helle Linien (T Coronae).

III. Klasse. Enthält die röthlichen Sterne und die sehr lichtschwachen Sterne unter sechster Grösse. Die Spektra zeigen nebst dunkeln Linien, noch zahlreiche dunkle Bänder in allen Theilen des Spektrums. Die brechbareren Theile sind auffallend schwach, die Sterne dieser Klasse enthalten dichte Atmosphären.

a. Die auffallendsten Bänder sind nach dem Violett zu dunkel und scharf begrenzt, nach dem Roth zu schwach und verwaschen (α Herculis, α Orionis).

b. Die dunkeln breiten Bänder sind umgekehrt wie bei a., gegen das Roth scharf begrenzt und gegen das Violett verwaschen. (Nur schwächere Sterne bekannt.)

Die Wasserstofflinien vieler Sterne der Klasse I a sind in der Mitte keineswegs absolut dunkel, vielmehr findet dort eine merkliche Lichtwirkung statt, die unter Umständen so weit gehen kann, wie z. B. bei ξ Orionis, dass die sehr breiten und verwaschenen Linien sich kaum noch von dem kontinurlichen Spektrum abheben. Es ist klar, dass die bisher unbekannte Erscheinung einen Uebergang zu den bis jetzt ganz isolirt dastehenden Spektren der Gruppe I c bildet, in welchen die Wasserstofflinien und D_3 (Helium) hell auftreten, indem sich zwischen Typus I c und I a durch geeignete Wahl der Individuen dieselbe Brücke bilden lässt, wie zwischen I a und II a. Und gerade wie im letzteren Falle dieser Uebergang erklärt ist durch eine allmählige Abkühlung, durch einen Prozess also, der allen Sternen gemeinsam ist, so gilt diese Erklärung auch für den Uebergang von I c zu I a, so dass wir zu dem Schlusse geführt werden, dass der Typus I c dem Anfangsstadium der Sternentwicklung näher steht als I a. Ausser den oben erwähnten Kennzeichen der Spektra der Fixsterne besitzen viele derselben noch besondere Eigenthümlichkeiten, auch lassen sich die Spektra der verschiedenen Typen nicht scharf von einander trennen, sondern es lassen sich ungefähr alle Sterne mit ihren Spektra in eine Reihe unterbringen, in welcher die nebeneinanderliegenden Spektra kaum von einander verschieden sind. Nur die Sterne des vierten Secchi'schen Typus, oder III b, Sterne unter sechster Grösse, deren Spektrum im Wesentlichen aus drei hellen durch dunkle Zwischenräume getrennten Bändern besteht, im Gelb, Grün und Blau, reihen sich nicht an, die Sterne dieses Typus haben keine Aehnlichkeit mit den andern; ihre Anzahl ist gering.

Die Spektra gewähren ein ausgezeichnetes Mittel, um die Energie der verschiedenen Wellenlängen bei Sternen von verschiedenem Typus zu studieren. Bereits sind befriedigende Messungen zu diesem Zwecke angestellt worden, und es steht zu hoffen, dass es möglich sein wird, sie auf absolutes Maass zu reduciren durch Vergleich mit den Resultaten, welche mittels des Bolometers für die Vertheilung der Energie im Sonnenspektrum erhalten worden sind.

Eine Erscheinung eigener Art sind

Die neuen oder temporären Sterne.

Von Zeit zu Zeit, aber immer nur in sehr grossen Intervallen, sieht man plötzlich am Himmel einzelne Sterne aufflammen, dann aber in kürzerer oder längerer Zeit wieder verschwinden. Nach einer Zusammenstellung von A. v. Humboldt lassen sich in den letzten 2000 Jahren nur 21 solche Ereignisse verzeichnen, von denen die berühmtesten sind der Stern in der Cassiopeja von Tycho de Brahe (1572), der an Glanz der Venus gleich kam und nach 17 Monaten spurlos dem blossen Auge verschwand, und der von Kepler (1604) am rechten Fuss des Schlangenträgers beobachtete, der an Glanz Jupiter übertraf und nach 15 Monaten teleskopisch wurde. Eine charakteristische Eigenthümlichkeit aller dieser Sterne ist, dass sie meist sehr rasch an Lichtstärke gewinnen, aber langsam und unregelmässig abnehmen.

Auch in neuester Zeit, seit Kenntniss der Spektralanalyse, sind einige solche Ereignisse eingetreten. In der Nacht vom 12. Mai 1866 wurde ein neuer heller Stern in der nördlichen Krone zum ersten Mal beobachtet, am 24. November 1876 ein solcher im Schwan und 1885 ein dritter im Andromeda Nebel, alle drei nahmen rasch an Helligkeit ab.

Das Spektrum solcher neuer Sterne zeigt neben dem kontinuirlichen, von dunkeln Linien durchzogenen Spektrum, wie es die Sonne und die übrigen Sterne zeigen, noch eine Anzahl heller Linien, die vorherrschend dem Wasserstoff und Stickstoff angehören, es sind also auf diesen Sternen grosse glühende Gasmassen vorhanden. Ueber die Ursache dieses plötzlichen Aufleuchtens wusste man früher absolut keine Erklärung und auch gegenwärtig herrschen darüber noch verschiedene Ansichten. Unzweifelhaft handelt es sich nicht um Neubildung von Sternen, da in verschiedenen Fällen bereits vor dem Aufleuchten des Sternes an seiner Stelle ein kleiner Stern gesehen worden ist, sondern um physikalisch-chemische Prozesse. Nach der Hypothese von Zöllner bilden sich infolge der Wärmeausstrahlung nach und nach Abkühlungsprodukte, die schliesslich die ganze Oberfläche mit einer kältern, weniger oder nicht mehr leuchtenden Schicht bedecken. Durch plötzliches Zerreissen derselben, durch Gaseruptionen muss die eingeschlossene Gluthmasse hervordringen, zugleich können noch chemische Prozesse die Wärme- und Lichtausstrahlung erhöhen, der Körper wird wieder für einige Zeit leuchtend. Nach der Ansicht von Klinkerfues

wird das Aufleuchten eines neuen Sternes hervorgerufen durch einen uns unsichtbaren Begleiter, der im Perihel einen geringen Abstand von demselben erreicht. Durch die anziehende Wirkung des Begleiters wird im Perihel die dichte, absorbirende atmosphärische Hülle des Hauptsterns beseitigt, gleichzeitig werden durch die Wirkung dieser Anziehung gewaltige Eruptionen glühender Gasmassen aus dem Innern des Sternes verursacht. Unter diesen Umständen tritt zunächst Aufhellung des kontinuirlichen Spektrums ein, das durchzogen ist von dunkeln Linien und Bändern, herrührend von den noch bedeckten Theilen der Oberfläche des Sternes, dann folgen helle Linien, welche von den glühenden Gasmassen erzeugt werden. Mit zunehmender Entfernung des Begleiters vom Perihel, bedeckt sich die Oberfläche des Sternes wieder mit der absorbirenden Schicht und die Helligkeit des Spektrums nimmt rasch ab, die hellen Linien treten zunächst deutlicher hervor, weil die leichten glühenden Gase über der absorbirenden Schicht sich befinden, sie verschwinden dann allmählig mit abnehmender Temperatur dieser Gasmassen. Die Beobachtungen des neuen Sternes im Andromedanebel sprechen nach Vogel für die letztere Ansicht, allerdings erklärt auch diese nicht alle Erscheinungen.

Von den bisher betrachteten Himmelskörpern gänzlich verschiedene Gebilde sind

Die Nebelflecke.

Das Fernrohr zeigt uns Stellen, welche mit mattem Glanze die Dunkelheit des Himmelsgrundes unterbrechen und die man mit dem Namen Nebelflecke bezeichnet hat. Sie kommen in allen Grössen und Formen vor; zu den bekannteren gehören der grosse Orion- und der Andromedanebel, der spiralförmige Nebel in den Jagdhunden, der Ringnebel in der Leier u. s. w. Bis jetzt sind schon viele tausende derselben bekannt, die beiden Herschel allein entdeckten und beobachteten mit ihren Riesenteleskopen einige tausende. Viele dieser Nebelflecken lassen sich in eine sehr grosse Anzahl einzelner Sterne auflösen, diese führen den Namen *Sternhaufen*, aber ein grosser Theil bleibt noch übrig, bei denen nicht die geringste Spur einer Auflösung wahrgenommen werden kann, z. B. Orion- und Andromedanebel, es sind dies die eigentlichen Nebelflecken. Auch auf diesem Gebiete hat die Photographie die direkte Beobachtung weit überholt, das Studium der Sichtbarkeit der nebligen Materie auf den erhaltenen Platten lässt klarer und besser die wahre Struktur dieser Objekte erkennen, so

enthüllt eine Photographie des Andromedanebels (von Roberts) eine völlig ungeahnte, aus concentrischen, elliptischen Ringen zusammengesetzte Struktur desselben.

Vor Entdeckung der Spektralanalyse war nun die vorherrschende Ansicht die, dass die eigentlichen Nebelflecken ebenfalls Sternenhaufen seien, dass ihre Auflösung nur nicht gelinge, wegen ihrer ungeheuer grossen Entfernung und wegen der ungenügend zerlegenden Kraft unserer optischen Instrumente. Erst das Spektroskop gab uns das Mittel an die Hand, die Frage zu entscheiden. Das Licht der Sternhaufen wird durch das Prisma meist in ein Spektrum von kontinuirlichem Aussehen zerlegt, das Spektrum der eigentlichen Nebel dagegen ist ein Linienspektrum, im Allgemeinen aus 4 hellen Linien bestehend, von denen aber meist nur drei sichtbar sind, zwei derselben gehören dem Wasserstoff an, nämlich $H\beta$ und $H\gamma$; die hellste kommt dem Stickstoff zu und die zweite ist noch nicht aufgeklärt, die übrigen Linien des Wasser- und Stickstoffs werden auf dem unermesslichen Wege, den das Licht von den Nebelflecken bis zur Erde zurückzulegen hat, ausgelöscht. Die spektroskopischen Beobachtungen führen ferner zu dem Schlusse, dass die Temperatur der Nebelflecke eine sehr tiefe ist. Huggins machte die merkwürdige Beobachtung, dass einige der auflösbaren Nebel, von denen man annahm, sie seien wirkliche Sternhaufen, dasselbe Licht ausstrahlen wie die wahren Nebel, also ebenfalls glühende Gasmassen sind. Wir haben also hier Sternsysteme, deren einzelne Körper gasförmig sind, ein solcher Zustand ist ganz in Uebereinstimmung mit der Kant-Laplace'schen Hypothese über die Bildung unseres Sonnensystems.

Ziemlich weit scheinen diejenigen Nebelflecke in ihrer Entwicklung vorgeschritten zu sein, welche mit ziemlich scharf begrenzten Rändern entweder in Kreisform oder nur schwach elliptisch geformt erscheinen. Weil sie bleichen oder in matt bläulichem Licht leuchtenden Planeten ähnlich sind, werden sie *planetarische Nebel* genannt. Auch sie sind ihrer Form nach sehr verschieden, theils Spiral- theils Ringnebel, einzelne schwache Sterne stehen zuweilen in ihnen oder in unmittelbarer Nähe. Alle diese Nebel haben dasselbe, aus einigen, trotz ihrer Lichtschwäche relativ glänzenden hellen Linien bestehendes Spektrum, unter welchen sich eine Wasserstoff- und eine Stickstofflinie befindet.

Die Nebelflecke bestehen also unzweifelhaft aus leuchtenden Gasmassen, in denen Wasserstoff und Stickstoff die Hauptbestandtheile

sind; eine Reihe von Nebelflecken, unter diesen der Orion- und der Andromedanebel zeigen noch ein oder mehrere Kohlenstoffbanden. Obgleich die spektroskopische Untersuchung der Nebelflecke sich immer noch im Anfangsstadium befindet, so besitzt sie doch schon durch die erzielten Resultate eine grosse Wichtigkeit für das Studium aller Fragen, welche mit der Entwicklung des Universums in Verbindung stehen, sie bilden eine wichtige Stütze der schon von Herschel ausgesprochenen Ansicht, dass wir in diesen Nebelmassen und im sogen. kosmischen Weltdunst, die Keime der Sonnen- und Planetensysteme zu erblicken haben.

Die räthselhaftesten Himmelskörper, die um die Sonne laufen, aber unserm Sonnensystem ursprünglich nicht angehören, sondern von aussen aus dem Weltraume, vermöge der Anziehung der Sonne in dasselbe eingedrungen sind und für kürzere oder längere Zeit Bürger desselben bleiben, sind

Die Kometen.

Die Kometen unterscheiden sich wesentlich von den übrigen Körpern des Sonnensystems durch ihre manigfaltige, wechselnde Gestalt, durch die Beschaffenheit ihrer Bahnen und durch die Dauer ihrer Sichtbarkeit. Manche von ihnen, wie der Encke'sche, Biela'sche Komet, beschreiben in regelmässiger Wiederkehr geschlossene Bahnen um die Sonne, während andere unerwartet aus dem Weltraume im Sonnensystem auftauchen und nach einem einzigen Umlauf um die Sonne auf Nimmerwiedersehen verschwinden.

Die Frage, nach der Natur der Kometen, wurde erst in neuester Zeit befriedigend gelöst. Nebst dem schwachen kontinuirlichen Spektrum mit Frauenhofer'schen Linien, das vom reflektirten Sonnenlicht herrührt, zeigen die Kometen im Allgemeinen die drei Hauptbanden des Kohlenwasserstoffspektrums, das jetzt dem Kohlenstoff selbst zugeschrieben wird, nur mit dem Unterschiede, dass die Helligkeitsmaxima in den drei Banden in der Mitte liegen, während sie bei irdischen Kohlenwasserstoffen am Anfang sind. Man hat aber bei den letzteren die Maxima auch gegen die Mitte der Banden auftreten sehen, wenn der Kohlenwasserstoff mit Kohlenoxyd vermischt und disruptive elektrische Entladuugen durch beide verdünnte Gase gingen; das Kohlenoxydspektrum verschwand dabei und nur das Kohlenwasserstoffspektrum erschien auf die angegebene Weise modifizirt. Es wird jetzt als unzweifelhaft angenommen, dass ein Komet aus einem Meteorschwarm

besteht, der im Kometenkopf seine grösste Dichte erreicht; die Zwischenräume zwischen den einzelnen Meteoriten sind mit Kohlenoxyd- und Kohlenwasserstoffgasen in sehr verdünntem Zustande ausgefüllt, welche Gase sich aus den Meteoriten des Schwarmes entwickeln. Dass gasförmige Kohlenstoffverbindungen wirklich in den Meteoriten eingeschlossen sind, beweist der Umstand, dass sich solche in grosser Menge entwickeln, beim Erhitzen von Meteoreisen und Meteorsteinen. Diese Gase kommen nun durch disruptive elektrische Entladungen zwischen den einzelnen Meteoriten, wie früher erwähnt, durch Lumines-cenz zum Leuchten. Manche Kometen zeigen auch Cyanbanden, z. B. der Komet II 1881, wie eine Spektralphotographie von Huggins zeigt.

Bei Kometen, welche der Sonne sehr nahe kamen, wie der Komet Wells 1882 I und der «Grosse Komet» 1882 II, trat im Perihel sehr intensiv die Natriumlinie auf, daneben zeigten sich noch schwach einige andere Metalllinien von Blei, Mangan, Eisen und Magnesium, die dadurch entstanden, dass durch die grosse Hitze in der Sonnennähe diese Metalle in den Meteoriten verdampften, dabei verschwand das Kohlenstoffspektrum vollständig. Bei der Entfernung des Kometen von der Sonne verblasste allmälig das Metallspektrum und das Kohlenstoffspektrum kam wieder zum Vorschein. Genau dieselben Erscheinungen können auch künstlich hervorgerufen werden, wenn man in einer mit verdünntem Kohlenwasserstoffgas gefüllten Geissler'schen Röhre durch Erhitzen Natriummetall verdampft und elektrische Entladungen hindurchleitet, sie liefern also ein sehr gewichtiges Argument für die Annahme des elektrischen Ursprungs des Eigenlichtes der Kometen.

Das Auftreten der Kohlenbanden wurde aber nicht bloss bei Kometen, sondern auch, wie schon erwähnt, bei manchen Nebelflecken und als Absorptionsbanden bei Fixsternen der Klasse III und bei Sternen mit hellen Linien beobachtet. Secchi war 1869 der erste, der auf das Vorkommen des Kohlenstoffs in Sternspektra aufmerksam machte, später geschah es auch von Vogel und Dunér, welche beide die Ansicht aussprachen, dass in den Atmosphären der betreffenden Fixsterne Kohlenstoffverbindungen vorkommen, welche die Absorption bewirken.

Besondere Aufmerksamkeit schenkte dem Auftreten des Kohlenstoffs in den Spektra der Gestirne der englische Astronome Lockyer. Er fand durch Vergleichung, dass die Spektra der oben erwähnten Himmelskörper, sowohl in den Absorptions- als auch in den hellen

Banden des Kohlenstoffs und ebenso in den Absorptionslinien des Mangan-, Magnesium- und Bleidampfes mit den Spektra mancher Kometen übereinstimmen. Lockyer ist desshalb der Ansicht, dass jene Nebelflecke aus kosmischem Staub in möglichst gasförmigem Zustande bestehen, der sich nach und nach zu Meteoriten verdichtet, so dass Meteorschwärme entstehen und dass jene Fixsterne der Klasse III nicht eigentliche Sterne sind, sondern dichte Schwärme von Meteormassen, also Kometen, nur mit dem Unterschiede, dass sie nicht um unsere Sonne kreisen. Die Absorption des Kohlenstofflichtes, das von den gasförmigen Kohlenstoffverbindungen, welche die Zwischenräume zwischen den einzelnen Meteoriten ausfüllen, herrührt, denkt Lockyer sich zu Stande gebracht durch glühende Dämpfe, welche die einzelnen Meteoriten umhüllen, die eine sehr hohe Temperatur erreichen durch Zusammenstösse der einzelnen Meteoriten. Durch weitere Condensation dieser Meteorschwärme wächst die Temperatur und es entstehen nach und nach die Sterne der Klasse I, welches die heissesten Himmelskörper sind. Bei fortgesetzter Condensation findet zuletzt durch Ausstrahlung Abkühlung zur Klasse II und nachher Erstarren statt. Auf dieser Ansicht basirt Lockyer seine Hypothese von dem meteoritischen Ursprung aller kosmischen Himmelskörper, vom kosmischen Nebel bis zu den hellsten uud heissesten Sternen der Klasse I und hinunter bis zur dunkeln, kalten Kugel.

Zu den schönsten Errungenschaften der Spektralanalyse in der Astronomie gehört die Entdeckung, dass man aus einer kleinen Verschiebung der Spektrallinien bestimmen kann:

Die Grösse und Richtung der Bewegung der Fixsterne und anderer Lichtquellen im Weltraume.

Die Bezeichnung «Fixstern» ist, wie man schon längst weiss, eine unrichtige, denn es gibt keinen Himmelskörper, der in absoluter Ruhe ist. Seitliche Verschiebungen der Sterne gegenüber der Erde lassen sich nach kürzerer oder längerer Zeit mit Fernröhren beobachten und messen, dagegen verräth kein Teleskop diejenige Bewegung, welche einen Himmelskörper in gerader Richtung direkt auf die Erde zu oder von ihr wegführt, die sog. *Bewegung* im *Visionsradius*, wohl aber thut dies das Spektroskop. Die Möglichkeit, die Grösse und Richtung der Bewegung einer Lichtquelle im Versions-

radius spektroskopisch bestimmen zu können, beruht auf dem *Doppler'schen Prinzip;* dasselbe möge zuerst für den Schall erklärt werden.

Die Höhe eines Tones hängt von der Anzahl der Luftstösse (Schwingungen) ab, welche in einer bestimmten Zeit unser Ohr treffen. Bewegt sich nun ein tönender Körper z. B. die Pfeife einer Lokomotive, mit grosser Geschwindigkeit gegen einen ruhenden Beobachter zu, so gelangen in derselben Zeit mehr Schwingungen in sein Ohr, als wenn die Pfeife in Ruhe ist, es wird also die Anzahl der Schwingungen in der Sekunde, d. h. die Schwingungszahl des Tones, vergrössert, somit die Wellenlänge verkürzt und der Ton erscheint dem Beobachter *höher*, als er es für die ruhende Pfeife ist. Gerade das Umgekehrte tritt ein, wenn sich die Pfeife von dem Hörer entfernt, die Wellenlänge des Tones wird vergrössert, der Ton erscheint tiefer.

Das Doppler'sche Prinzip behält unverändert seine Gültigkeit für die Aetherschwingungen des Lichts. Bewegt sich eine Lichtquelle mit sehr grosser Geschwindigkeit im Visionsradius direkt gegen die Erde zu, so treffen in derselben Zeit mehr Schwingungen in unser Auge, als wenn dieselbe in Ruhe ist, die Schwingungszahlen der von der Lichtquelle ausgestrahlten Lichtsorten werden erhöht, die Wellenlängen verkürzt, es werden daher alle Linien ihres Spektrums gegenüber denjenigen einer ruhenden Lichtquelle um gleichviel gegen das brechbarere Ende, das Violett verschoben. Entfernt sich die Lichtquelle im Visionsradius von der Erde, so findet umgekehrt Linienverschiebung gegen das Roth statt. Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes sehr gross, 300,000 Kilometer in der Sekunde ist, so muss die Geschwindigkeit der bewegten Lichtquelle ebenfalls sehr gross sein und mehrere Kilometer oder Meilen betragen, wenn die Linienverschiebung noch messbar sein soll.

Die Verschiebung wird gewöhnlich an der F- oder der G-Linie ($H\gamma$) des Wasserstoffs, der fast auf allen Himmelskörpern vorkommt, gemessen, durch Vergleichung mit der Lage dieser Linie in dem gleichzeitig direkt durch eine Geissler'sche Röhre erzeugten Wasserstoffspektrum. Aus der Grösse der Verschiebung, mit Berücksichtigung der Bewegung der Erde, kann die Grösse und Richtung der Bewegung des betreffenden Himmelskörpers leicht berechnet werden. Die Wellenlänge der Mitte der F-Linie beträgt 485,0 $\mu\mu$, eine Aenderung derselben um ein hundertmilliontel Millimeter durch Verschiebung, kann noch gemessen werden. Diese Messungen gehören zu den schwierigsten Problemen der Astronomie, denn wegen der geringen Geschwin-

digkeit der Himmelskörper gegen derjenigen des Lichtes, sind diese Verschiebungen sehr klein, und aus diesem Grunde sind auch die früher von Secchi, Huggins, und andern erhaltenen Zahlen ungenau. Die Resultate wurden erst in neuester Zeit brauchbar, seit Prof. Vogel und Dr. Scheiner in Potsdam die Photographie zu Hülfe nahmen. Das Stern- und das Vergleichspektrum werden beide gleichzeitig photographisch auf einer höchst empfindlichen Bromsilber-Gelatineplatte aufgenommen, bei lichtschwachen Objekten bleiben die Platten längere Zeit, bis zu einigen Stunden exponirt und die Messung der Verschiebung wird auf der sehr scharfen Spektralphotographie mikroskopisch, unter Anwendung einer 7—35fachen Vergrösserung ausgeführt. Der wahrscheinliche Fehler einer Messung beträgt hiebei für die Geschwindigkeit einer der besser zu messenden Lichtquellen, wie es die Sterne der Klasse II und III sind, nur 3 km., für diejenige einer schwieriger zu messenden, wie die Sterne der linienarmen Klasse I, etwa 6 km.

In folgendem sind die Geschwindigkeiten einiger Sterne angegeben, wie sie von Vogel und Scheiner im Mittel gefunden wurden, dabei bedeutet + Entfernung von der Erde, — Annäherung zu derselben:

α Cygni	— 6 km.	Procyon	— 11 km.
Sirius	— 12 »	Aldebaran	+ 40 »
α Orionis	+ 14 »	Capella	+ 25 »

Ein Theil der Bewegung der Fixsterne rührt aber von derjenigen unseres Sonnensystems her, denn auch unsere Sonne, von allen ihren Planeten und sonstigen Trabanten begleitet, bewegt sich durch den Weltraum, sehr wahrscheinlich gegen das Sternbild des Herkules zu. Die Grösse und Richtung dieser Bewegung werden wir aber erst in Zukunft bestimmter angeben können, wenn erst die Ortsveränderungen einer grossen Anzahl von Fixsternen näher bekannt sind.

Im Juli und August 1890 ist es J. E. Keeler auf spektroskopischem Wege gelungen, mit grosser Sicherheit auch die Bewegung der *planetarischen Nebel* im Visionsradius zu bestimmen. Dieser jüngste Erfolg von grosser Tragweite, den wir dem grössten jetzt existirenden Refraktor von 915 mm. Objektivdurchmesser der Licksternwarte auf dem Mount Hamilton (N.A.) und dem vorzüglichen, damit verbundenen Spektroskop verdanken, zeigt in noch glänzenderer Weise als es bisher der Fall war, die Fruchtbarkeit der Anwendung

des Doppler'schen Prinzips auf die Analyse des von den Gestirnen zu uns gelangenden Lichtes. Himmelskörper, wie die planetarischen Nebel, die so weit entfernt sind, dass von einer Bewegung an der Himmelskugel sich bis jetzt nicht die geringste Spur gezeigt hat und von denen wir daher annehmen müssen, dass sie weit jenseits der Region der Fixsterne, an den Grenzen des sichtbaren Weltalls stehen, offenbaren in den geringen Farbenänderungen des von ihnen ausgesandten Lichtes, dass auch sie mit einer Geschwindigkeit durch den Weltraum fliegen, welche von derselben Grössenordnung ist, wie diejenige der Fixsterne.

Keelers sorgfältige Messungen bezogen sich auf die Lage der hellsten in den untersuchten Nebelflecken gemeinsam vorkommenden Linie $\lambda = 500{,}6\ \mu\mu$., deren Natur bisher noch nicht festgestellt werden konnte, neuerdings hat er in einigen Nebeln die Lage der Wasserlinie genau bestimmt und zur Messung benutzt. Die grosse Genauigkeit wurde erreicht durch Anwendung eines Rowland'schen Gitters mit starker Dispersion, probeweise war zunächst die Bewegung der Venus aus Linienverschiebung bestimmt worden, und es hatten sich hierbei Resultate ergeben, welche mit den berechneten Grössen vorzüglich übereinstimmten. Bis jetzt wurde von 10 der helleren Nebel die Bewegung bestimmt, die kleinste Bewegung ist wenig grösser als 2 km. in der Sekunde, die grösste nahezu 60 km., theils ist sie auf die Erde zu, theils von ihr weggerichtet, der Fehler jeder einzelnen Messung beträgt kaum mehr als 4 km. in der Sekunde.

Durch diese von Keeler erhaltenen Resultate ist wiederum einer der Schleier entfernt, welche uns bisher die wahre Natur der Nebel so sehr verhüllt haben. Theoretisch war es freilich sicher, dass diese Körper denselben Gesetzen unterworfen sein mussten, wie die Sterne, mit denen sie in manchen Fällen sogar direkt verbunden sind. Die thoretische Wahrscheinlichkeit ist nun zur Gewissheit geworden und die Bewegung der Nebel eine feststehende Thatsache.

Das Prinzip aus der Verschiebung der Spektrallinien die Bewegung einer Lichtquelle zu bestimmen, hat zuerst Lockyer angewendet *um die Geschwindigkeit zu messen, mit welcher das die Protuberanzen bildende glühende Wasserstoffgas aus dem Sonnenkörper hervorbricht oder nach erfolgter Eruption wieder herabsinkt.* Eine Verschiebung der Wasserstofflinien tritt nur ein, wenn das glühende Gas sich im Visionsradius auf die Erde zu oder von ihr weg bewegt, die auf- und absteigenden Ströme sind daher nur in der Mitte der Sonnenscheibe

bemerklich. Die grünblaue Linie F, welche in der Regel von scharfen Rändern begrenzt ist, erscheint, wenn das Spektroskop auf einen Sonnenfleck in der Nähe des Sonnemittelpunktes gerichtet wird, mitunter nicht blos hell, sondern auch als dunkle Linie stellenweise zusammengedreht, verkrümmt, und von ungleichmässiger Dicke und bei aufsteigenden Protuberanzen nach dem Violett, bei niedersteigenden nach dem Roth verschoben. Dieselben Erscheinungen zeigen sich auch an der rothen C-Linie (Hα), jedoch ist die F-Linie empfindlicher in Bezug auf die genannten Veränderungen, wesshalb gewöhnlich diese benutzt wird.

Alle diese Verdrehungen, Verbreiterungen und Verschiebungen der F-Linie rühren nur von einer Aenderung der Wellenlänge des grünblauen Lichtes her, welches das in Bewegung befindliche glühende Wasserstoffgas der Sonne aussendet und zwar beweist die ungleichmässige Verschiebung derselben eine ungleiche Geschwindigkeit, Wirbelbewegungen innerhalb des Gasstromes. Die gewöhnliche Geschwindigkeit dieser auf- und absteigenden Gasströme beträgt 4—5 geogr. Meilen.

Zwei der grössten bis jetzt beobachteten Protuberanzen wurden von Joung beschrieben. Die erste ereignete sich am 7. Sept. 1871 nach 12½ Uhr; sie hatte anfänglich eine Längenausdehnung am Sonnenrande von ungefähr 21700 Meilen und eine Höhe von 12000 Meilen; ihre grösste Höhe erreichte sie um 1 Uhr 05 mit 45800 Meilen und die Geschwindigkeit, mit welcher die Gasmassen in die Höhe stiegen, betrug 36 Meilen in der Sekunde. Um 1 Uhr 15 war die Protuberanz wie eine sich auflösende Wolke verschwunden. Die zweite Protuberanz ereignete sich am 7. Okt. 1880 und erreichte die Höhe von 78000 Meilen, sie ist wohl die höchste bis jetzt beobachtete.

Neben diesen auf- und absteigenden Gasströmungen in der Sonnenatmosphäre entstehen auch fortschreitende *Wirbelstürme* oder *Cyclonen* von solch ungeheurer Gewalt, dass unsere stärksten irdischen Orkane dagegen nur wie ein leiser Windhauch erscheinen. Diese seitlich fortschreitenden, gegen die Erde zu oder von ihr weggerichteten Strömungen und Wirbelstürme werden nur am Sonnenrande für uns bemerklich, indem sie eine Verschiebung der F-Linie bewirken. Lokyer hat die Geschwindigkeit derselben genau gemessen, indem er die Verzerrungen und Verschiebungen der F-Linie beobachtete und fand dieselbe von einer unglaublichen Heftigkeit. Er beobachtete einen solchen Drehsturm am 14. März 1869, dessen Durchmesser 340 Meilen betrug,

der sich mit einer Geschwindigkeit von 9 Meilen in der Sekunde fortbewegte. Brachte man den Spalt des Spektroskopes auf den Rand des Wirbels, so sah man, dass auf der einen Seite der Sturm sich von uns entfernte, auf der andern Seite auf uns zukam, indem die F-Linie dann nur nach dem Roth oder nur nach dem Violett hin verschoben war. Hierdurch war bestimmt bewiesen, dass ein wirklicher Drehsturm stattgefunden hatte.

Ebenfalls auf dem Doppler'schen Prinzipe beruht der Nachweis der *Sonnenrotation,* worauf Secchi und Zöllner schon vor einigen Jahrzehnten hingewiesen hatten. Die Punkte der Sonne auf der uns zugekehrten Seite rotiren von Ost nach West, die grösste Geschwindigkeit ist am Aequator. Die Punkte auf dem östlichen Rande nähern sich dem Beobachter auf der Erde, die entgegengesetzten des Westrandes entfernen sich von ihm; im ersten Falle findet Linienverschiebung gegen das Violett, im zweiten Falle Verschiebung gegen Roth statt. Die Gesammtverschiebung beträgt aber nur $\frac{1}{77}$ des Abstandes der beiden D-Linien und doch kann sie gemessen werden, weil das intensive Sonnenlicht starke Zerstreuung gestattet. Die Rechnung ergibt hieraus eine Geschwindigkeit von 1,922 km. für die Punkte des Sonnenäquators, welcher eine Rotationsdauer der Sonne von 26,23 Tagen entspricht. Die aus teleskopischen Beobachtungen der Sonnenflecke und Fackeln gefundenen Werthe der Rotationsdauer sind 1—2 Tage kleiner, dies könnte den physikalischen Grund haben, dass, wenn man vom centralen Theil der Sonne durch die Photosphäre zu den Fackeln und der absorbirenden Schicht aufsteigt, die Winkelgeschwindigkeiten allmählig abnehmen. Am besten wird es sein, für jetzt noch von einer Erklärung abzusehen und fernere Beobachtungen, besonders spektroskopische, abzuwarten. Eine sichere Aenderung der Rotationsdauer mit der Breite ist durch das Spektroskop nicht entdeckt worden.

Nicht weniger schöne Erfolge hat die Spektralanalyse aufzuweisen in der Erforschung der Bewegung der

Doppel- und mehrfachen Fixsternsysteme.

In der Fixsternwelt gibt es Systeme von 2, 3 und mehr sehr nahe beisammen stehenden Sternen verschiedener Grösse, die physisch derart miteinander verbunden sind, dass, nach dem allgemeinen Gravitationsgesetze, von zweien sich der eine um den andern bewegt,

oder dass zwei oder auch mehrere Sterne um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen. Solche Systeme heissen Doppel-, dreifache resp. mehrfache Sterne. Sind alle Sterne eines Systems in einem Fernrohr oder Teleskop von grosser optischer Kraft getrennt sichtbar, so lassen sich die Bahnen derselben verfolgen und nach kürzerer oder längerer Zeit bestimmen, wie es schon für eine grosse Anzahl mehrfacher Sternsysteme geschehen ist, seit der Mannheimer Astronome Christian Mayer im Jahr 1778 zuerst auf das Vorhandensein von Fixsterntrabanten aufmerksam machte. Es gibt aber auch Fixsterne, die nach der Art ihrer Bewegung verrathen, dass noch ein Begleiter vorhanden ist, so dass beide Sterne sich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen, während von diesem Begleiter in den stärksten Fernröhren keine Spur zu sehen ist, der also dunkel oder äusserst lichtschwach sein muss. Das Spektroskop hat nun in verschiedenen solchen Fällen die Vermuthung der Astronomen bestätigt, indem während eines Umlaufs des hellen Sterns um den dunkeln Begleiter in bestimmten Intervallen zweimal Linienverschiebung eintritt, das eine Mal gegen Violett, wenn sich der Fixstern auf seiner Bahn der Erde nähert, das andere Mal gegen Roth, wenn er sich von ihr entfernt, und zweimal keine Linienverschiebung, wenn der Stern sich senkrecht zum Visionsradius bewegt, abgesehen von den Verschiebungen die entstehen, infolge der Bewegung des ganzen Systems im Raume. Sirius, der Hauptstern des grossen Hundes z. B. zeigte in seiner Bewegung solche Abweichungen, dass schon Bessel die Ansicht aussprach, derselbe bewege sich um einen dunkeln Begleiter, welche Ansicht von den einen Astronomen bestätigt, von den andern bestritten wurde. Die Spektralanalyse hat zu Gunsten Bessels entschieden, die Umlaufszeit des Sirius beträgt 49—50 Jahre. Dieselben Erscheinungen zeigten noch Procyon (α canis min.) und Spica (α Virginis), beide sind Doppelsterne, von denen je der eine Stern für uns unsichtbar ist.

Im November 1890 legte Fowler der königl. astron. Gesellschaft in London Spektralphotographien der Wega, des Hauptsterns der Leier vor, welche zeigen, dass dieser Stern ein Doppelstern ist, aus 2 hellen Fixsternen bestehend, die in so geringem Abstand um ihren Schwerpunkt kreisen, dass sie optisch nicht getrennt werden können. Der Beweis der Duplität dieses Sterns beruht auf dem Umstande, dass, wenn die beiden Componenten des Systems nach entgegengesetzter Richtung im Visionsradius sich bewegen, ihre gemeinschaftlichen Spektrallinien sich in entgegengesetzter Richtung des Spektrums ver-

schieben, so dass sie *doppelt* werden. Geschieht die Bewegung rechtwinklig zur Gesichtslinie, der eine Stern nach rechts, der andere nach links, so findet natürlich keine solche Verschiebung statt, so dass die Linien einfach sind. Folglich werden während eines ganzen Umlaufs der zwei Sterne um ihren Schwerpunkt die Linien zweimal ein Maximum der Trennung erfahren und zweimal werden sie einfach sein. Die hauptsächlichsten Linien im Spektrum der Wega sind die Wasserstofflinien, diese erfahren aber keine Verdoppelung, da ihre Breite grösser ist als die Trennung und ein Dickerwerden derselben unsicher zu bestimmen ist. Dagegen ist die K-Linie $\lambda = 393{,}7$ des Calciums, die nächststärkste im Spektrum, zart genug um die Verdoppelung deutlich sichtbar zu machen. Aus 14 Photographien ergab sich das Resultat, dass ihre Bahn nahe kreisförmig ist und ihre Umlaufszeit nur die sehr kurze Zeit von 24,68 Stunden beansprucht. Die relative Maximalgeschwindigkeit der beiden Sterne beträgt etwa 80 Meilen in der Sekunde und ihr Abstand nur ca. eine Million Meilen, sie bilden also ein sehr enges Doppelsternsystem, wie man es früher nicht für möglich hielt. Die Gesammtmasse beträgt daher 22,5 Sonnenmassen und da kein merklicher Intensitätsunterschied der zwei K-Linien vorhanden ist, sind die Massen der zwei Componenten ungefähr gleich.*)

Auf der Sternwarte zu Cambridge (N.-A.) wurden von Professor Pickering in den letzten drei Jahren ebenfalls photographische Aufnahmen von Sternspektra ausgeführt, dieselben hatten zu einer analogen Entdeckung geleitet, wonach der Hauptstern des Doppelsterns ζ im grossen Bären selbst ein enger Doppelstern ist, bestehend aus zwei hellen Sternen, die unsere Fernrohre nicht mehr trennen können. Die Entdeckung folgte ebenfalls aus der Trennung der K-Linie in Intervallen von 52 Tagen, die Trennung betrug als Aenderung der Wellenlänge 0,199 Milliontel mm. Die Umlaufszeit des Systems der beiden Componenten beträgt 104 Tage, die Geschwindigkeit in ihrer Bahn, die als kreisförmig angenommen wird, beträgt bei Annahme gleicher Massen, 21 Meilen, ihr Abstand 30 Millionen Meilen und die Gesammtmasse beider Sterne etwa 40 Sonnenmassen. Zwei weitere äusserst enge, aus 2 hellen Sternen bestehende Doppelsterne sind noch β Aurigæ und b Ophiuchi; die beiden Componenten des ersteren haben einen Abstand von nur 1,7 Millionen Meilen; eine Umlaufszeit

*) Nach seither von Prof. Pickering, Vogel und Henry aufgenommenen Photographien, bestätigt sich diese Verdoppelung der Wega ***nicht*** Es muss also eine andere Erklärung für diese Erscheinung gesucht werden.

von 8 Tagen, Bahngeschwindigkeit 31,5 Meilen und eine Gesammtmasse von 2,3 Sonnenmassen.

Unter den Fixsternen giebt es solche, die von Zeit zu Zeit ihren Glanz ändern, die an Licht zu- oder abnehmen und in regelmässigen Intervallen sogar völlig unsichtbar werden können, diese heissen:

Veränderliche Sterne.

Der merkwürdigste derselben ist Mira Ceti (der Wunderbare Stern im Walfische), der im Maximum seiner Helligkeit ein Stern zweiter Grösse ist, im Minimum dagegen bis zur 10. Grösse herabsinkt. Ebenso interessant ist der Stern Algol (β Persei), welcher in regelmässiger Wiederkehr alle 69 Stunden während 4 Stunden an Helligkeit abnimmt bis zu einem Minimum und in derselben Zeit wieder seinen vollen Glanz erreicht. Um den Lichtwechsel Algols zu erklären, wurde die Hypothese als wahrscheinlich hingestellt, dass die eine Seite des Sterns mit starken Condensationsprodukten bedeckt sei. Die spektralanalytische Untersuchung hat aber ergeben, dass das Spektrum Algols zur Klasse I gehört und bei diesen im höchsten Glühzustande befindlichen Sternen ist an Abkühlungsprodukte gar nicht zu denken. Auch die Annahme von der Abweichung von der Kugelgestalt vermag die Erscheinung nicht zu erklären. Beide Hypothesen sind nun vollständig hinfällig geworden, denn aus den spektrophotographischen Beobachtungen von Prof. Vogel und Dr. Scheiner im Winter 1889/90 geht unzweifelhaft hervor, dass Algol vor seinem Minimum sich von der Sonne entfernt, nach dem Minimum sich derselben nähert, wie dies der Fall sein muss, wenn Algol sich hinter einen dunkeln Körper schiebt. Hiermit ist also der Beweis geliefert, dass Algol sich in einer mit der Periode des Lichtwechsels in einfachem Zusammenhang stehenden Bewegung befindet, und dies führt nothwendig zur Annahme eines Doppelsternsystems, in welchem dem uns unsichtbaren Begleiter eine Masse derselben Ordnung beizulegen ist. Mit Zugrundelegung der Elemente des Lichtwechsels ergeben sich folgende Daten:

Durchmesser des Hauptsterns . .	230,000	Meilen
» » dunkeln Begleiters	180,000	»
Distanz der Mittelpunkte	700,000	»

Bahngeschwindigkeit des Algols und des Begleiters 6 und 12 Meilen.
Massen der beiden Körper = $^4/_9$ und $^2/_9$ der Sonnenmasse.

Dabei ist gleiche Dichtigkeit der 2 Körper vorausgesetzt. Algol ist also ein äusserst enger Doppelstern, während man früher Anstand nahm, einen Doppelstern Algol anzunehmen, da die Existenz so enger Sternsysteme für unwahrscheinlich gehalten wurde, nun sind aber bereits mehrere solche bekannt. Der Verlauf der Lichtkurve während der Dauer der Verfinsterung lässt auf mächtige Atmosphären schliessen, von denen diejenige des Hauptsterns eine grosse Leuchtkraft, die des mehr abgekühlten Begleiters eine starke Absorptionsfähigkeit besitzt. Scheiner berechnet dieselben zu 54,000 bezw. 42,000 Meilen Höhe, der geringste Abstand beider Atmosphären würde demnach 400,000 Meilen sein.

Aehnliche Verhältnisse werden noch bei andern Veränderlichen existiren. Wir stehen also hier vor einer Astronomie des Unsichtbaren, wir erfahren die Existenz von Himmelskörpern, von denen das Fernrohr uns keine direkte Kunde giebt, wir erfahren, dass nicht bloss dunkle Körper um leuchtende — Sonnen — kreisen, sondern auch Sonnen um Sonnen, und Sonnen als Trabanten um dunkle Massen. Das Spektroskop und das Fernrohr lehren uns, dass das Newton'sche Gravitationsgesetz auch noch Gültigkeit hat in der unermesslich fernen Fixsternwelt.

Prof. Dr. G. Huber.

Conforme Abbildung des Kreises

auf das

Innere einer Epicycloide.

Vorgetragen in der Sitzung vom 21. Februar 1891.

Eine mehrdeutige Funktion $w = f(z)$ einer komplexen Variablen z, die von einem bestimmten Punkte z_0 der Variablen ausgeht, kann in einem andern Punkte z, nur dann verschiedene Werthe annehmen, wenn zwei von der Variablen durchlaufene Wege einen Verzweigungspunkt einschliessen. Um dieses zu verhindern, hat man nur durch Ziehen gewisser Linien, Querschnitte, die nicht überschritten werden dürfen, solche Wege unmöglich zu machen. Die Querschnitte grenzen ein bestimmtes Gebiet der Ebene ab, innerhalb dessen die Funktion eindeutig ist, da sie auf jedem Wege nur einen einzigen Werth erhält. Cauchy nannte diese Funktion in diesem Gebiete monodrom, Riemann hiess sie einändrig. Diese Eingrenzung der Ebene legt aber der Bewegung der Variablen eine Schranke auf, welche nicht immer eingehalten werden kann, da die Untersuchungen oft über dieses Gebiet hinausführen. Riemann hat daher ein anderes Mittel eingeführt, um sich von der n-Deutigkeit zu befreien, indem er statt der durch Linien abgegrenzten Ebene der Variablen, dieselbe aus n übereinander liegenden Schichten oder Blättern bestehend annahm, welche zusammen das Gebiet der Variablen bilden. Jedes der Blätter erstreckt sich nach allen Richtungen in das Unendliche, die einzelnen Blätter hängen in den sog. Verzweigungsschnitten zusammen, so dass der Variablen ein stetiger Uebergang von einem Blatte in das andere ermöglicht wird, wobei die Funktionswerthe kontinuirlich in einander übergehen. Ein solches Gebilde heisst eine Riemann'sche Fläche.

Von einigen Seiten wurde nun schon der Wunsch ausgesprochen, es möchte die Theorie dieser Riemann'schen Flächen durch Behand-

lung spezieller Funktionen noch weiter erläutert werden. Unter anderen hat Herr Prof. Amstein in Lausanne einige Funktionen behandelt und seine Untersuchungen im Bull. de la Soc. Vaud. d. Sc. nat. veröffentlicht. Die vorliegende Arbeit hat zum Gegenstande die konforme Abbildung des Innern des Einheitskreises auf das Innere einer Epicycloide mit 4 Spitzen und die damit zusammenhängende Riemann'sche Fläche.

Die Werthe einer komplexen Variablen z seien geometrisch dargestellt in einer Ebene (z) und diejenigen einer zweiten komplexen Variablen $w = f(z)$, einer Funktion von z, in einer zweiten von der ersten verschiedenen Ebene, der Funktionsebene (w).

Durchläuft die eine Variable in ihrer Ebene eine Kurve, so durchläuft die andere in ihrer Ebene die entsprechende Kurve, entsprechende Kurven in den beiden Ebenen schneiden sich unter denselben Winkeln und entsprechende Figuren sind in den kleinsten Theilen ähnlich; eine solche Abbildung heisst eine konforme und die bestehende geometrische Verwandtschaft eine isogonale. Ausnahme findet nur in den Verzweigungspunkten statt.

Die Funktion, welche im vorliegenden Falle die Abbildung vermittelt, ist

$$1) \qquad w = f(z) = 5\ z - z^5$$

Die Verzweigungspunkte der w Ebene erhält man für diejenigen Werthe von z, welche w', die erste Derivirte, zu Null oder unendlich machen, also aus

$$w' = 5 - 5\ z^4 = 0,$$

woraus $z = \sqrt[4]{5}$ folgt. Es geschieht dies somit für die 4 Werthe $z = \pm 1$ und $z = \pm i$, ferner ist $w' = \infty$ für $z = \infty$.

Die 5 Verzweigungspunkte der w Ebene sind also:

$$w = \pm 4,\ w = \pm 4\ i \text{ und } w = \infty,$$

wobei der letztere ein vierfacher Verzweigungspunkt ist.

Setzt man:

$$w = \xi + \eta\ i \text{ und } z = x + y\ i = r^{i\varphi}$$

so folgt aus Gleichung 1.) durch Einsetzen:

$$\xi = 5\ r \cos\varphi - r^5 \cos 5\varphi$$

$$2) \qquad \eta = 5\ r \sin\varphi - r^5 \sin 5\varphi$$

Den Werthen r = konstant, d. h. den Kreisen um den Nullpunkt der z Ebene entsprechen *Epitrochoiden,* Rollkurven, für welche der Radius des festen Kreises gleich 4 r, der des rollenden r und der

Abstand des erzeugenden Punktes vom Centrum des rollenden Kreises gleich r^5 ist.

Für $r < 1$ haben die Epitrochoiden nur einfache Punkte.

Für $r = 1$ stellen die Gleichungen eine *Epicycloide* dar, mit vier Spitzen auf den Coordinatenaxen in den Verzweigungspunkten $w = \pm 4$, $w = \pm 4i$. Diese Epicycloide entspricht dem Einheitskreise der z Ebene; sie hat die Gleichungen:

$$\xi = 5 \cos \varphi - \cos 5\varphi = 4 \cos^3 \varphi \ (5 - 4 \cos^2 \varphi)$$

3) $$\eta = 5 \sin \varphi - \sin 5\varphi = 4 \sin^3 \varphi \ (5 - 4 \sin^2 \varphi)$$

Durch Elimination von φ ergibt sich ihre Gleichung in rechtwinkligen Coordinaten:

4) $$(\xi^2 + \eta^2 - 16)^3 \ (\xi^2 + \eta^2 + 9)^2 = 16.\ 5^5.\ \xi^2\ \eta^2.$$

In Polarkoordinaten:

$$(\varrho^2 - 16)^3 \ (\varrho^2 + 9)^2 = 16.\ 5^5.\ \varrho^4 \sin^2 2\psi.$$

Die Epicycloide ist also eine Kurve 10ten Grades, die unendlich fernen imaginären Kreispunkte der Ebene sind fünffache Punkte derselben.

Für $1 < r < \sqrt[4]{5}$ hat die Epitrochoide vier Schleifen, die den Nullpunkt ausschliessen, und je zwei Doppelpunkte auf den Axen und auf den die Axenwinkel halbirenden Geraden $\pm \frac{\pi}{4}$

Für $r = \sqrt[4]{5}$ gehen die vier Schleifen durch den Nullpunkt, und berühren die Axen, derselbe ist ein vierfacher Punkt der Kurve; die Gleichungen dieser Epitrochoide sind:

5) $$\xi = 5 \sqrt[4]{5} \ (\cos \varphi - \cos 5\varphi) = 10 \sqrt[4]{5} \sin 3\varphi \sin 2\varphi$$

$$\eta = 5 \sqrt[4]{5} \ (\sin \varphi - \sin 5\varphi) = -10 \sqrt[4]{5} \cos 3\varphi \sin 2\varphi$$

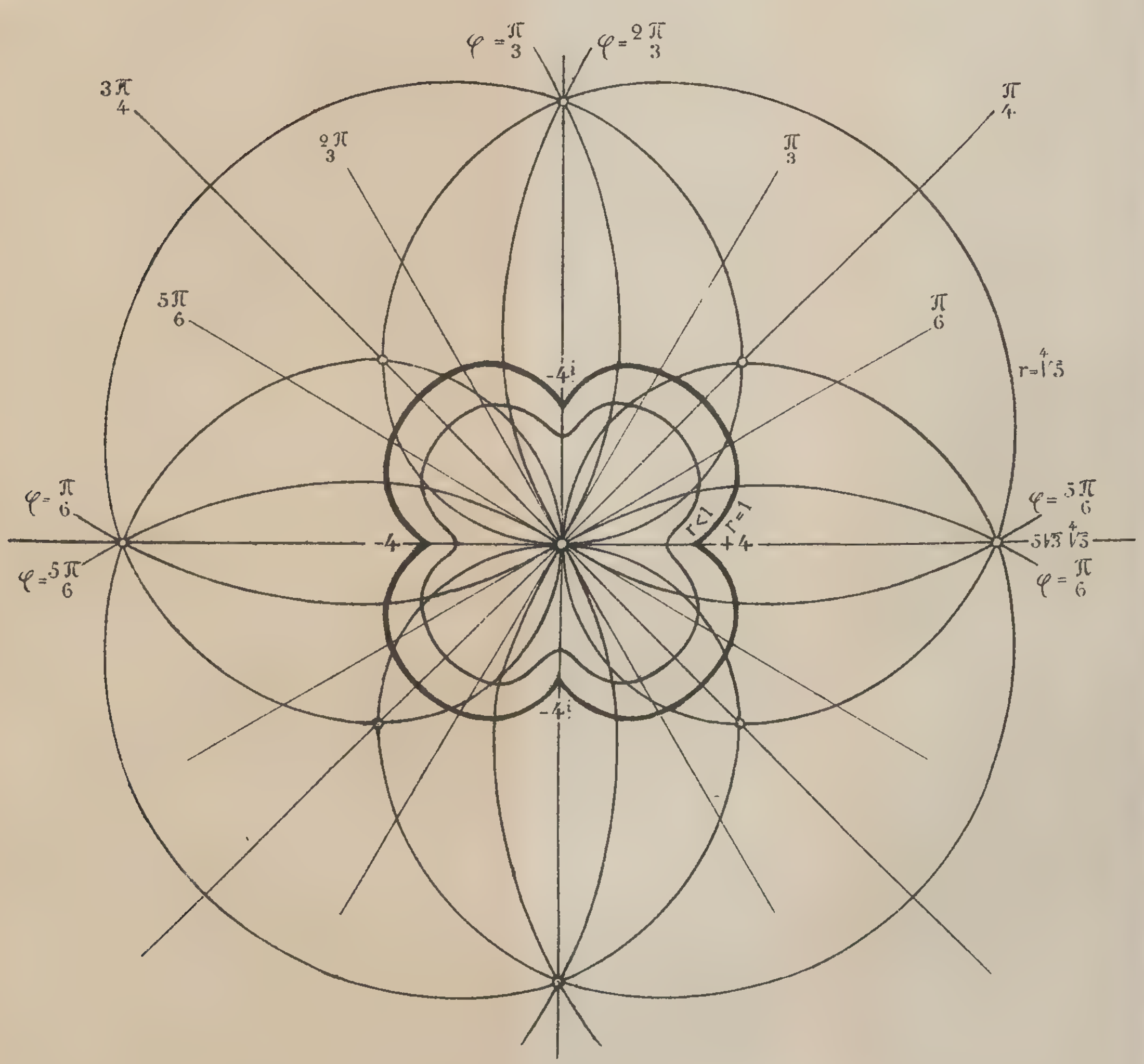
Durch Elimination von φ ergibt sich die Gleichung der Kurve in rechtwinkligen Coordinaten:

6) $$\left(\xi^2 + \eta^2\right)^3 \left(\xi^2 + \eta^2 - 75\sqrt{5}\right)^2 = 16.\ 5^7.\ \sqrt{5}.\ \xi^2\ \eta^2$$

Die Polargleichung lautet:

7) $$\varrho \left(\varrho^2 - 75\sqrt{5}\right) = 250 \sqrt[4]{125} \sin 2\psi$$

Die Epitrochoide ist eine Kurve 10ten Grades; die zwei Doppelpunkte auf jeder der Axen liegen im Abstande $5\sqrt{3}\sqrt[4]{5}$ vom Nullpunkte und die vier Doppelpunkte auf den Winkelhalbirenden $\pm \frac{\pi}{4}$ im Abstande $5\sqrt[4]{5}$ (Tafel I.)


φ = π/3
φ = 2π/3
3π/4
π/4
2π/3
π/3
5π/6
π/6
-4i
r=4/√3
φ = π/6
φ = 5π/6
-4
r<1
r=1
+4
5√3 4/√3
φ = 5π/6
φ = π/6
-4i

Für $r > \sqrt[4]{5}$ schliessen die vier Schleifen den Nullpunkt ein, die Epitrochoide hat 16 Doppelpunkte, auf jeder der Axe und auf jeder der Winkelhalbirenden $\pm \frac{\pi}{4}$ je vier, dieselben liegen viermal zu je vieren auf Kreisen um den Nullpunkt.

In den Grenzfällen $r = 0$ u. $r = \infty$ wird die Epitrochoide zu einem Kreis mit unendlich kleinem resp. unendlich grossem Radius.

Ist $\varphi =$ konstant, so erhält man diejenigen Kurven in der w Ebene, welche den Strahlen des Büschels der Geraden um den Nullpunkt der z Ebene von der betreffenden Neigung φ entsprechen. Diese Kurven bilden die Orthogonalschaar zu den Epitrochoiden.

Durch Elimination des variablen r aus den Gleichungen 2.) ergibt sich ihre Gleichung in rechtwinkligen Coordinaten:

8) $(\xi \sin 5\varphi - \eta \cos 5\varphi)^5 = 5^5 . \sin^4 4\varphi\, (\xi \sin \varphi - \eta \cos \varphi)$ und in Polarkoordinaten, indem man $\xi = \varrho \cos \eta$ und $\eta = \varrho \sin \psi$ setzt:

9) $$\varrho^4 = 5^5 \sin^4 4\varphi \frac{\sin(\varphi - \psi)}{\sin^5(5\varphi - \psi)}$$

Es sind diese Kurven *Parabeln fünfter Ordnung* mit einem vierfachen Punkt im Unendlichen in der Richtung $\frac{\eta}{\xi} = \text{tg } 5\varphi$, derselbe ist eine Spitze von der besonderen Art, dass die unendlich fernen Gerade als Tangente in demselben die Kurve in fünf aufeinander folgenden Punkten schneidet. Sämmtliche Parabeln gehen durch den Nullpunkt, und jede hat in demselben eine Inflexionstangente $\frac{\eta}{\xi} = \text{tg } \varphi$, mit 5 zusammenfallenden Berührungspunkten, sie hat dieselbe Neigung, wie der entsprechende Strahl der z Ebene. Jede Parabel besteht aus einem ununterbrochenen, nach 2 Seiten sich ins Unendliche erstreckenden Zweige, dessen Punkte symmetrisch zum Nullpunkt liegen. Die Abschnitte derselben auf den Axen sind dem absoluten Werthe nach gleich oder grösser als 4.

Für $\varphi = 0$ oder $= \pi$ wird nach Gleichung 8):

$\eta^5 = 0$, d. h. der reellen Axe der z Ebene entspricht die fünffach gelegte reelle Axe ξ der w Ebene.

Für $0 < \varphi < \frac{2\pi}{10}$ schneiden die Parabeln die ξ Axe zwischen $\mp$ 4 und $\mp \infty$.

Für $\varphi = \frac{\pi}{10}$ ist der unendlich ferne Punkt der η Axe vierfacher Punkt

der Curve, die Parabel schneidet die ξ Axe in den Punkten $\xi = \pm 5{,}235$.

Für $\varphi = \frac{2\pi}{10}$ ist der unendlich ferne Punkt der ξ Axe vierfacher Punkt der Parabel.

Ist $\frac{2\pi}{10} < \varphi < \frac{3\pi}{10}$ so schneidet die Parabel keine der Axen.

Für $\varphi = \frac{\pi}{4}$ fällt sie mit der Winkelhalbirenden $\psi = \frac{\pi}{4}$ zusammen.

Für $\varphi = \frac{3\pi}{10}$ ist der unendlich ferne Punkt der η Axe vierfacher Punkt.

Für $\frac{3\pi}{10} < \varphi < \frac{\pi}{2}$ schneiden die Kurven die η Axe zwischen $\pm \infty$ und $+ 4$.

Für $\varphi = \frac{\pi}{2}$ wird $\xi^5 = 0$, d. h. der imaginären Axe der z Ebene entspricht die 5fach gelegte imaginäre Axe η der w Ebene.

Bewegt sich φ von $\frac{\pi}{2}$ bis π, so wiederholen sich der Reihe nach dieselben Parabeln, nur sind sie um 90^0 gedreht, und man erhält sämmtliche Parabeln der Schaar, wenn φ alle Werthe annimmt von 0 bis π.

Der Strahl, $\frac{\eta}{\xi} = \text{tg. } 5\,\varphi$, welcher die Richtung des vierfachen unendlich fernen Punktes der Parabeln 5. Ordnung angibt, dreht sich mit der fünffachen Geschwindigkeit der Inflexionstangente $\frac{\eta}{\xi} = \text{tg. } \varphi$ im Nullpunkt. Macht also der Strahl φ einen Umlauf um den Nullpunkt von 0^0 bis 360^0, so macht jener Richtungsstrahl fünf Umläufe um denselben, die w Ebene erscheint daher fünffach von der Parabelschaar überdeckt.

In Tafel I sind gezeichnet eine Epitrochoide $r < 1$, die Epicycloide $r = 1$, die Epitrochoide $r = \sqrt[4]{5}$ und die Parabeln fünfter Ordnung $\varphi = \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}$, und $\frac{5\pi}{6}$ mit ihren Inflexionstangenten im Nullpunkte, sowie die Axenwinkelhalbirenden $\pm \frac{\pi}{4}$ als Grenzfälle von Parabeln.

Wir betrachten nun umgekehrt die Funktionsebene w als Originalebene und legen um den Nullpunkt derselben die concentrische Kreisschaar mit dem veränderlichen Radius R und durch den Nullpunkt das orthogonale Strahlbüschel, dessen Strahlen mit der pos. reellen ξ Axe den veränderlichen Winkel γ bilden.

Jedem Punkte der w Ebene entsprechen, mit Ausnahme der Verzweigungspunkte, fünf verschiedene Punkte der z Ebene, so dem Nullpunkte der w Ebene die fünf verschiedenen Punkte:

$$z = 0,\ z = \pm \sqrt[4]{5} \text{ und } z = \pm i\sqrt[4]{5},$$

es sind dies die sog. *Wurzelpunkte* W_0, W_1, W_2, W_3, W_4 der Funktion. Da nun sämmtliche Kreise der concentrischen Schaar den Nullpunkt $w = 0$ zum Mittelpunkt haben, so umgeben die ihnen entsprechenden Kurven, die *Isotimen*, diese fünf Wurzelpunkte.

Die Gleichung der Isotimen erhält man aus der Funktion w, indem man dieselbe in folgender Form schreibt:

$$w = \xi + \eta i = z\left(z - \sqrt[4]{5}\right)\left(z + \sqrt[4]{5}\right)\left(z - i\sqrt[4]{5}\right)\left(z + i\sqrt[4]{5}\right)$$

wo $\sqrt[4]{5}$ positiv und reell zu nehmen ist. Oder:

10) $$\xi + \eta i = (x + y i)\left(x + y i - \sqrt[4]{5}\right)\left(x + y i + \sqrt[4]{5}\right)$$
$$\left(x + y i - i\sqrt[4]{5}\right)\left(x + y i + i\sqrt[4]{5}\right)$$
$$\xi - \eta i = (x - y i)\left(x - y i - \sqrt[4]{5}\right)\left(x - y i + \sqrt[4]{5}\right)$$
$$\left(x - y i - i\sqrt[4]{5}\right)\left(x - y i + i\sqrt[4]{5}\right)$$

Durch Multiplikation beider Gleichungen folgt:

11) $$\xi^2 + \eta^2 = R^2 = \left\{x^2 + y^2\right\}\left\{\left(x - \sqrt[4]{5}\right)^2 + y^2\right\}\left\{\left(x + \sqrt[4]{5}\right)^2 + y^2\right\}$$
$$\left\{x^2 + \left(y - \sqrt[4]{5}\right)^2\right\}\left\{x^2 + \left(y + \sqrt[4]{5}\right)^2\right\}$$

wo R der Radius eines Kreises der Schaar ist.

Die einzelnen Klammerfaktoren rechts bezeichnen die Leitstrahlen p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, welche von den 5 Wurzelpunkten $z = 0$, $\pm\sqrt[4]{5}$, $\pm i\sqrt[4]{5}$ nach einem Punkt (x, y) der Isotime gehen, die Gleichung derselben kann also geschrieben werden:

12) $$p_0\ p_1\ p_2\ p_3\ p_4 = R$$

Jedem Werthe von R entspricht eine bestimmte Isotime; dieselbe ist somit der Ort aller Punkte, für welche das Produkt der Abstände von den 5 Wurzelpunkten konstant ist.

Durch Ausrechnung der Gleichung 11) erhält man die Gleichung der Isotime in rechtwinkligen Coordinaten:

$$13) \qquad (x^2 + y^2)\left\{\left[\left(x^2 + y^2\right)^2 - 5\right]^2 + 80\, x^2\, y^2\right\} = R^2,$$

Dieselbe ist eine Kurve 10. Ordnung, symmetrisch zu den Axen, die unendlich fernen imaginären Kreispunkte der Ebene sind 3fache Punkte derselben.

Aus 13) oder 2) ergibt sich die Polargleichung der Isotime:

$$14) \qquad r^{10} - 10\, r^6 \cos 4\,\varphi + 25\, r^2 = R^2$$

Zur Bestimmung der Schnittpunkte mit den Axen $\varphi = 0$ und $\varphi = \frac{\pi}{2}$ erhält man die Gleichung:

$$r\,(r^4 - 5) = \pm R$$

Für $R = 0$ reducirt sich die Isotime auf die 5 Wurzelpunkte.

Für $R < 4$ besteht sie aus 5 kleinen Ovalen, je eines um einen der Wurzelpunkte. Diese sind in Tafel II wegen ihrer Kleinheit nicht eingezeichnet.

Für $R = 4$ erhält man die Isotime mit 4 Doppelpunkten, Knoten, in den 4 Punkten $z = \pm 1, \pm i$, die Kurve bildet in denselben 4 Schleifen, welche die Punkte $z = \pm \sqrt[4]{5}$, $\pm i \sqrt[4]{5}$ und 4 der oben genannten Ovalen umgeben.

Für $R > 4$ besteht die Isotime aus einem einzigen Zweige der alle 5 Wurzelpunkte einschliesst und ganz im Endlichen liegt. Tafel (II).

Dem Kreise $R = \infty$ entspricht als Grenzfall ebenfalls ein Kreis mit unendlich grossem Radius.

Alle Strahlen des Büschels gehen durch den Nullpunkt der w Ebene, somit laufen die denselben entsprechenden Kurven, die *Isophasen,* durch die 5 Wurzelpunkte, und da sämmtliche Strahlen durch den unendlich fernen Punkt der w Ebene gehen, so erstrecken sich die Isophasen nach 5 verschiedenen Richtungen ins Unendliche, jede derselben hat 5 Asymptoten durch den Nullpunkt.

Um die Gleichung derselben zu erhalten, bildet man aus den Gleichungen 10) durch Division und Logarithmirung:

$$\mathrm{Lg}\frac{\xi + \eta\, i}{\xi - \eta\, i} = \mathrm{Lg}\frac{x + y\, i}{x - y\, i} + \mathrm{Lg}\frac{x - \sqrt[4]{5} + y\, i}{x - \sqrt[4]{5} - y\, i} + \mathrm{Lg}\frac{x + \sqrt[4]{5} - y\, i}{x + \sqrt[4]{5} + y\, i}$$

$$+ \operatorname{Lg} \frac{x + \left(y - \sqrt[4]{5}\right) i}{x - \left(y + \sqrt[4]{5}\right) i} + \operatorname{Lg} \frac{x + \left(y + \sqrt[4]{5}\right) i}{x - \left(y + \sqrt[4]{5}\right) i}$$

Durch Division mit 2 i folgt:

$$15) \quad \operatorname{arctg} \frac{\eta}{\xi} = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + \operatorname{arctg} \frac{y}{x - \sqrt[4]{5}} + \operatorname{arctg} \frac{y}{x + \sqrt[4]{5}}$$

$$+ \operatorname{arctg} \frac{y - \sqrt[4]{5}}{x} + \operatorname{arctg} \frac{y + \sqrt[4]{5}}{x}$$

als Gleichung der Isophase. Oder:

$$16) \quad \gamma = \Delta_0 + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4$$

wo γ der Neigungswinkel des Strahls in der w Ebene mit der ξ Axe ist und Δ_0, Δ_1, Δ_2, Δ_3 und Δ_4 die Neigungswinkel sind, welche die Radien vectoren von einem Punkt x, y der Isophase nach den 5 Wurzelpunkten $z = 0, \pm \sqrt[4]{5}, \pm i \sqrt[4]{5}$ mit der x Axe bilden. Die Gleichung 16) zeigt, dass die Summe dieser Neigungswinkel für ein und dieselbe Isophase konstant ist, gleich dem Winkel des entsprechenden Strahles.

In Polarkoordinaten erhält man die Gleichung der Isophase aus den Gleichungen 2):

$$\frac{\eta}{\xi} = \operatorname{tg} \gamma = \frac{5\, r \sin \varphi - r^5 \sin 5\, \varphi}{5\, r \cos \varphi - r_5 \cos 5\, \varphi} \text{ oder:}$$

$$17) \quad r^4 = \frac{5 \sin (\varphi - \gamma)}{\sin (5 (\varphi - \gamma)}$$

Die Kurven, deren sämmtliche man erhält für $\varphi = 0$ bis $\varphi = \pi$, sind von der 5. Ordnung und gehen sämmtlich durch den Nullpunkt, ihre 5 Asymptoten erhält man aus $\sin (5 \varphi - \gamma) = 0$, also für

$$\varphi = \frac{\gamma + k\, \pi}{5}, \; (k = 0, 1, 2, 3, 4)$$

sie folgen sich im Winkelabstande $\frac{\gamma + \pi}{5}$. Die Isophasen bestehen aus 5 getrennten unendlichen Zweigen, von denen je einer durch einen der 5 Wurzelpunkte geht, es sind 4 hyperbolische Aeste, zweimal je 2 zwischen 2 Asymptoten symmetrisch zum Nullpunkt, der 5. geht durch den Nullpunkt, symmetrisch zu demselben und hat in ihm die Inflexionstangente $\varphi = \gamma$ mit 5 zusammenfallenden Berührungs-

punkten. Dieser 5. Ast wird viermal zu einer Geraden durch den Nullpunkt, fällt also mit seiner Asymptote zusammen mit den Neigungen $\varphi = 0, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{4}$ für die Werthe $\gamma = 0, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{4}$.

Diejenigen Geraden des Büschels, welche durch die Verzweigungspunkte $w = \pm 4$, $w = \pm 4\,i$ der w Ebene gehen, also die Coordinatenaxen $\gamma = 0$ oder $= \pi$ und $\gamma = \frac{\pi}{2}$ oder $\frac{3\pi}{2}$, liefern Isophasen mit Knotenpunkten in den entsprechenden Punkten der z Ebene, in $z = \pm 1$, $z = \pm i$; diese 4 Knotenpunkte heissen nach Klein die *Kreuzungspunkte* der z Ebene. Die durch dieselben gehende Isotime, welche dem Kreise mit dem Radius $R = 4$ entspricht, hat ihre Doppelpunkte ebenfalls in diesen Kreuzungspunkten und halbirt die Winkel der Isophasen mit Knoten. (Tafel II.)

Die Gleichungen dieser Isophasen erhält man aus Gleichung 17).

1. Für $\gamma = 0$ oder $\gamma = \pi$:

$$r^4 \sin 5\varphi = 5 \sin \varphi$$

Asymptoten: $\varphi = 0, \frac{\pi}{5}, \frac{2\pi}{5}, \frac{3\pi}{5}$ und $\frac{4\pi}{5}$.

Die obige Gleichung zerfällt in:

$$\sin \varphi = 0 \text{ also } \varphi = 0$$

d. h. der 5te Ast fällt mit seiner Asymptote, der reellen Axe x der z Ebene zusammen. Und:

18) $$r^4 (16 \cos^4 \varphi - 12 \cos^2 \varphi + 1) = 5.$$

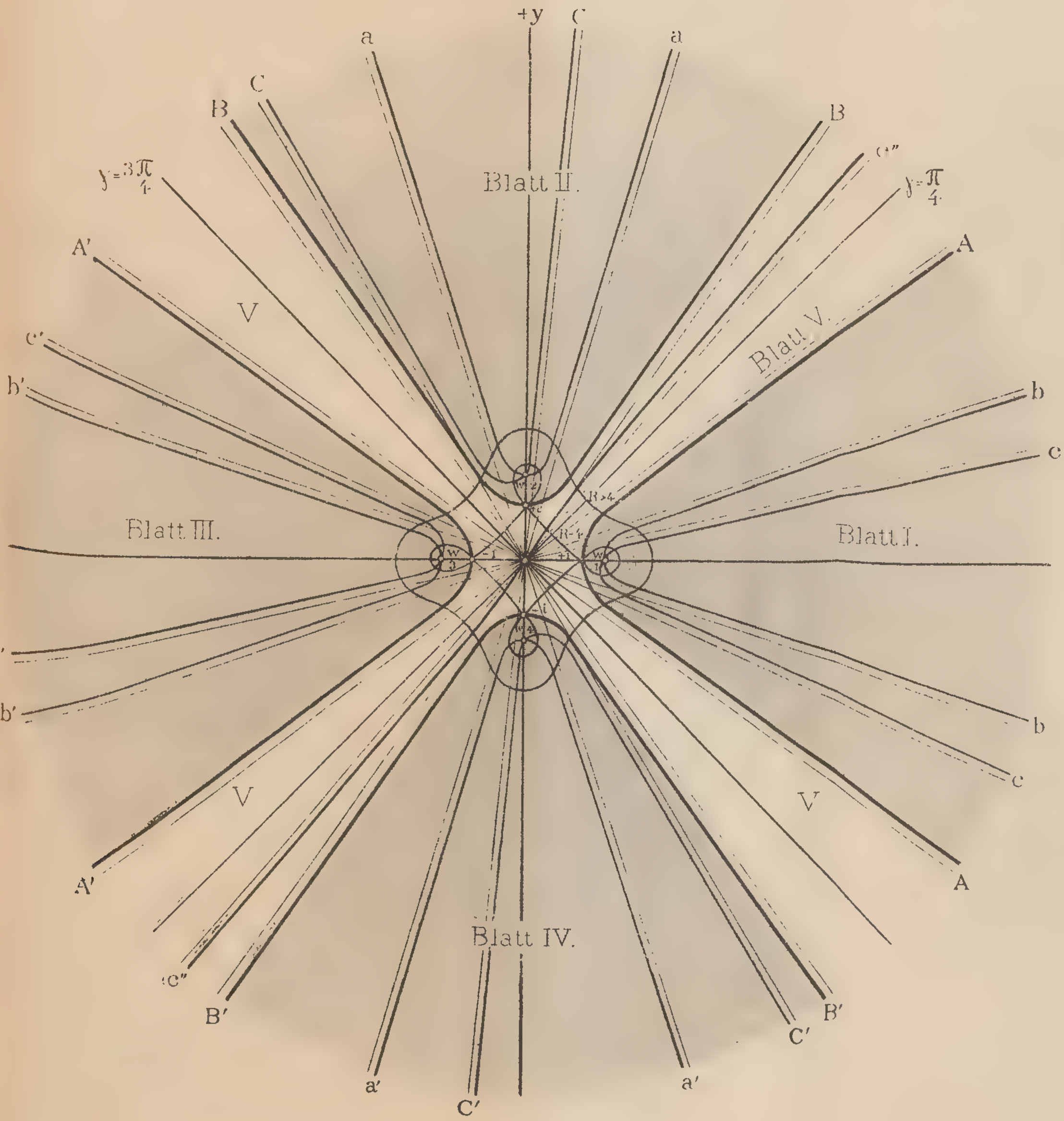
Diese Gleichung liefert 4 hyperbolische Aeste, zwei derselben A und A′ zwischen den Asymptoten $\varphi = \frac{\pi}{5}$ und $\varphi = \frac{4\pi}{5}$ liegend, gehen resp. durch die Kreuzungspunkte $z = \pm 1$, welche Doppelpunkte sind, die durch den Schnitt der Zweige A, A′ mit dem 5. Zweig, der x Axe, entstehen, die beiden andern Zweige a und a′, zwischen den Asymptoten $\varphi = \frac{2\pi}{5}$ und $\varphi = \frac{3\pi}{5}$ liegend, gehen resp. durch die Wurzelpunkte $z = \pm i \sqrt[4]{5}$.

2. Für $\gamma = \frac{\pi}{2}$ oder $\gamma = \frac{3\pi}{2}$ erhält man aus 17) die zweite Isophase mit Knoten:

$$r^4 \cos 5\varphi = 5 \cos \varphi$$

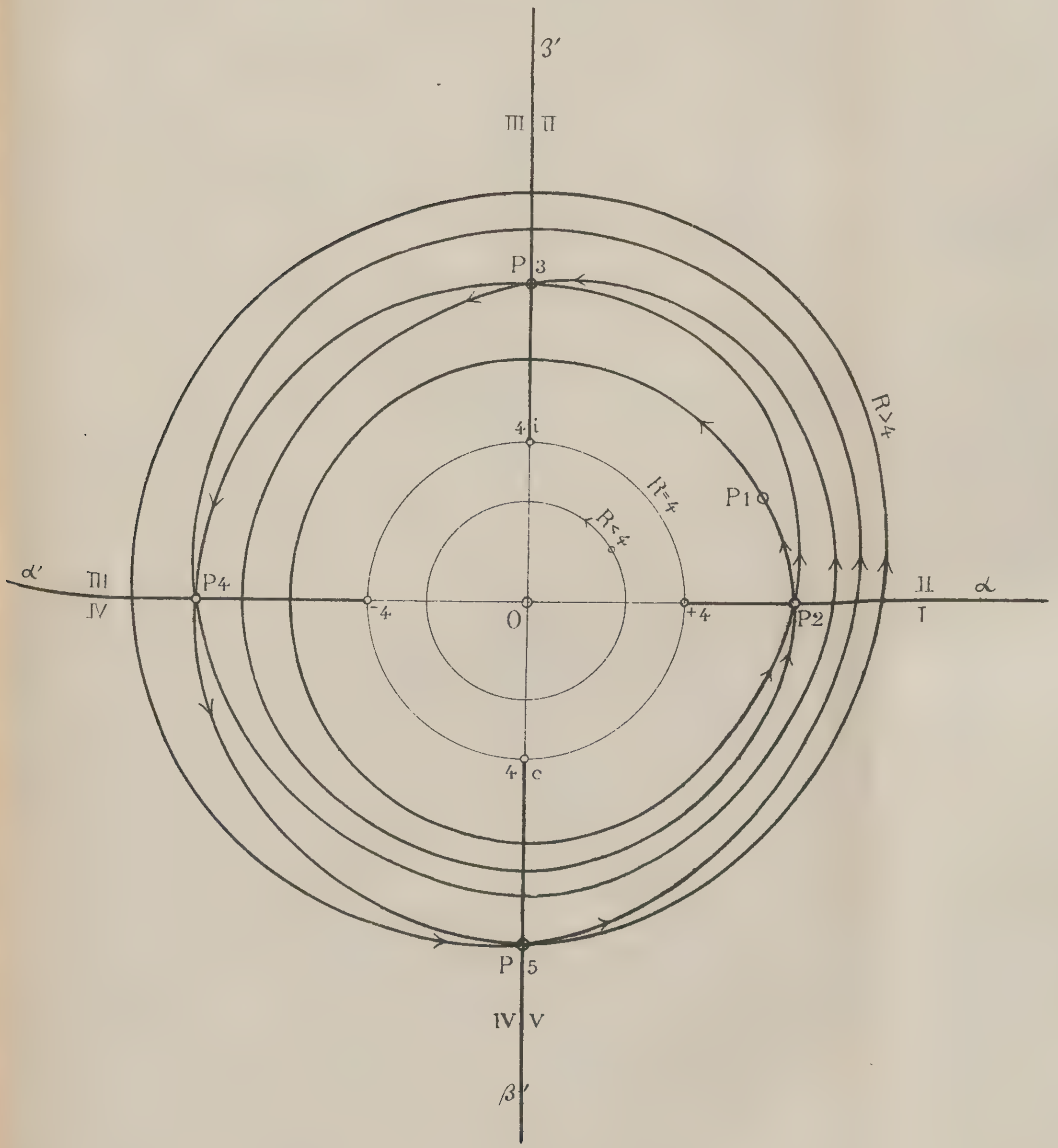
z Ebene.

Taf. II



5 blätterige w Ebene.

Taf. III.



Sie zerfällt in $\cos\varphi = 0$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$ d. h. der 5. Ast fällt mit der imaginären Axe der z Ebene zusammen, und

19) $$r^4 (16 \sin^4\varphi - 12 \sin^2\varphi + 1) = 5.$$

Ersetzt man φ durch $\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)$, so geht diese Gleichung über in Gleichung 18), es liefert also diese Gleichung dieselben 4 hyperbolischen Aeste wie 18), nur um 90° gedreht. Zwei der Aeste B und B′ gehen resp. durch die Kreuzungspunkte $z = \pm i$, die beiden andern b und b′ resp. durch die Wurzelpunkte $z = \pm \sqrt[4]{5}$.

Die Tafel II enthält daneben noch die Isophase $\gamma = \frac{\pi}{3}$, mit den Zweigen C, C′, c, c′ und c″.

w ist eine eindeutige Funktion von z, während z eine fünfdeutige Funktion von w ist, $w = F(z)$ 1, denn jedem Werthe von w entsprechen in der z Ebene 5 verschiedene Werthe z, Ausnahme findet nur in den Verzweigungspunkten $w = \pm 4$, $w = \pm 4i$ und $w = \infty$ statt. In den 4 ersten fallen je zwei der 5 entsprechenden z Werthe zusammen und für $w = \infty$ fallen alle 5 in $z = \infty$ zusammen.

Um z ebenfalls als eindeutige Funktion von w darzustellen, verwendet man die w Ebene in eine *fünfblättrige Riemann'sche Fläche.* Die 5 Blätter liegen unendlich benachbart übereinander und jedes erstreckt sich über die ganze unendliche Ebene. Jedem arithmetischen Werthe von w entsprechen 5 übereinander liegende Punkte dieser Riemann'schen Fläche und diese sind die Repräsentanten der 5 entsprechenden Werthe z.

Die Verzweigungsschnitte werden zwischen den Verzweigungspunkten folgender Weise gelegt:

Von $w = \pm 4$ aus längs der positiven resp. negativen reellen Axe ins Unendliche, α und α' Taf. III.

Von $w = \pm 4i$ aus längs der positiven resp. negativen reellen Axe ins Unendliche, β und β'.

Um der Variablen w einen stetigen Uebergang von einem Blatte ins andere zu ermöglichen, heftet man je zwei der Blätter längs eines Verzweigungsschnittes zusammen und zwar längs

$(4, \infty) = \alpha$	das 1. und 2. Blatt,
$(4i, \infty i) = \beta$	» 2. » 3. »

$(-4, -\infty) = \alpha'$ das 3. und 4. Blatt,
$(-4\,i, -\infty\,i) = \beta'$ » 4. » 5. »

Im Punkte $w = \infty$ hängen alle 5 Blätter zusammen, derselbe ist ein Windungspunkt 4. Ordnung.

Jedem Punkte dieser fünfblättrigen Riemann'schen Fläche entspricht nur ein einziger Punkt der z Ebene und zwar jedem Blatte ein bestimmter Theil derselben, das gegenseitige Entsprechen lässt sich folgenderweise festsetzen:

Den Verzweigungsschnitten entsprechen als Isophasen, wie gesehen, die Kurven 18) und 19) und zwar entspricht dem Verzweigungsschnitte:

$\alpha = (4, \infty)$ der hyperbolische Ast rechts, = A, durch den Kreuzungspunkt $z = 1$ (Tafel II)

$\alpha' = (-4, -\infty)$ der hyperbolische Ast links, = A′ durch den Kreuzungspunkt $z = -1$

$\beta = (4\,i, \infty\,i)$ der hyperbolische Ast oben = B durch den Kreuzungspunkt $z = i$

$\beta' = (-4\,i, -\infty\,i)$ der hyperbolische Ast unten = B′ durch den Kreuzungspunkt $z = -i$.

Diese vier Aeste schliessen die Aeste durch die Wurzelpunkte aller andern Isophasen ein und sämmtliche Zweige durch den Nullpunkt aus.

Der Zusammenhang der 5blättrigen Riemann'schen Fläche, der w, und der z Ebene sei nur der, dass dem ersten Blatte das Innere des Zweiges A der z Ebene, dem 2ten Blatte das Innere des Zweiges B der z Ebene, dem 3ten Blatte das Innere des Zweiges A′ der z Ebene, dem 4ten Blatte das Innere des Zweiges B' der z Ebene entspreche und dem 5. Blatte das noch übrig bleibende Gebiet der z Ebene, das den Nullpunkt enthält.

Macht die Variable w in irgend einem Blatte einen Umlauf um den Nullpunkt auf einem Kreise mit dem Radius $R < 4$, so schliesst derselbe keinen Verzweigungspunkt ein, der Kreis ist also eine in sich zurücklaufende wirklich geschlossene Linie, demselben entspricht also in seiner Abbildung in der z Ebene ebenfalls eine geschlossene Kurve, nämlich, je nach dem Blatte in welchem der Kreis liegt, eines der 5 Ovale, aus welchen die Isotime in der z Ebene für $R < 4$ besteht.

Anders verhält es sich, wenn w den Nullpunkt umläuft auf einem Kreise, für den der Radius $R > 4$ ist.

Seien z_1, z_2, z_3, z_4 und z_5 die 5 einem Werthe von w entsprechenden Werthe der aus der Gleichung $w = 5z - z^5$ hervorgehenden Umkehrungsfunktion $z = F(w)$. Das erste Blatt sei der Ort der Variablen w für die Funktionswerthe z_1, das 2te Blatt derjenige für die Werthe z_2 u. s. w. Die rechte und linke Seite eines Blattes werde nach der rechten und linken Seite eines Beobachters bezeichnet, der im Nullpunkt sich befindet und nach den Verzweigungsschnitten hinsieht.

Bewegt sich nun w auf einem Kreise Radius > 4, so ist die Linie nur dann wirklich geschlossen, wenn sie 5 Umläufe macht, bevor sie wieder zum Ausgangspunkte zurückkommt, denn erst dann nimmt die Funktion z wieder ihren ursprünglichen Werth an. Dass dies bei der getroffenen Zusammenheftung der Blätter wirklich der Fall ist, lässt sich leicht zeigen:

Geht man z. B. mit w in positiver Richtung auf der linken Seite des ersten Blattes von einem Punkte P_1 aus, dem ein bestimmter Funktionswerth z_1 entspricht, und lässt in einem die Verzweigungspunkte umschliessenden Kreise, $R > 4$ im ersten Blatte die Funktion $z_1 = F(w)$ sich stetig ändern. Beim Ueberschreiten des Verzweigungsschnittes α im Punkte P_2 geht der Funktionswerth z_1 in z_2 über, es muss daher die Variable w beim Ueberschreiten desselben stetig in das 2te Blatt übergehen, welches der Ort der Variablen w für die Funktionswerthe z_2 ist. Beim Ueberschreiten des Verzweigungsschnittes β in P_3 geht w in's 3te Blatt über, beim Verzweigungsschnitt α' in P_4 in das 4te Blatt und beim Verzweigungsschnitt β' bei P_5 auf die linke Seite des 5ten Blattes. (Tafel III.) Die Variable w macht nun im 5ten Blatte einen ganzen Umlauf, zurück zu demselben Punkte P_5 auf der rechten Seite des Verzweigungsschnittes β'.

Beim Ueberschreiten dieses Verzweigungspunktes geht z_5 in z_4 über, somit geht w ins vierte Blatt zurück, macht in demselben einen Umlauf bis P_4, geht dort in das dritte Blatt zurück, läuft dort bis P_3, geht ins 2te Blatt zurück, bewegt sich in diesem bis P_2 im Verzweigungsschnitt α, geht ins erste Blatt zurück und kommt nach 5 Umläufen wieder zum Ausgangspunkt P_1 zurück, die Kurve ist eine wirklich geschlossene, also auch die entsprechende Isotime in der z Ebene.

Durch obige Festsetzung des Entsprechens der 5blätterigen Riemann'schen Fläche und der z Ebene, liegt die Epicycloide mit Spitzen

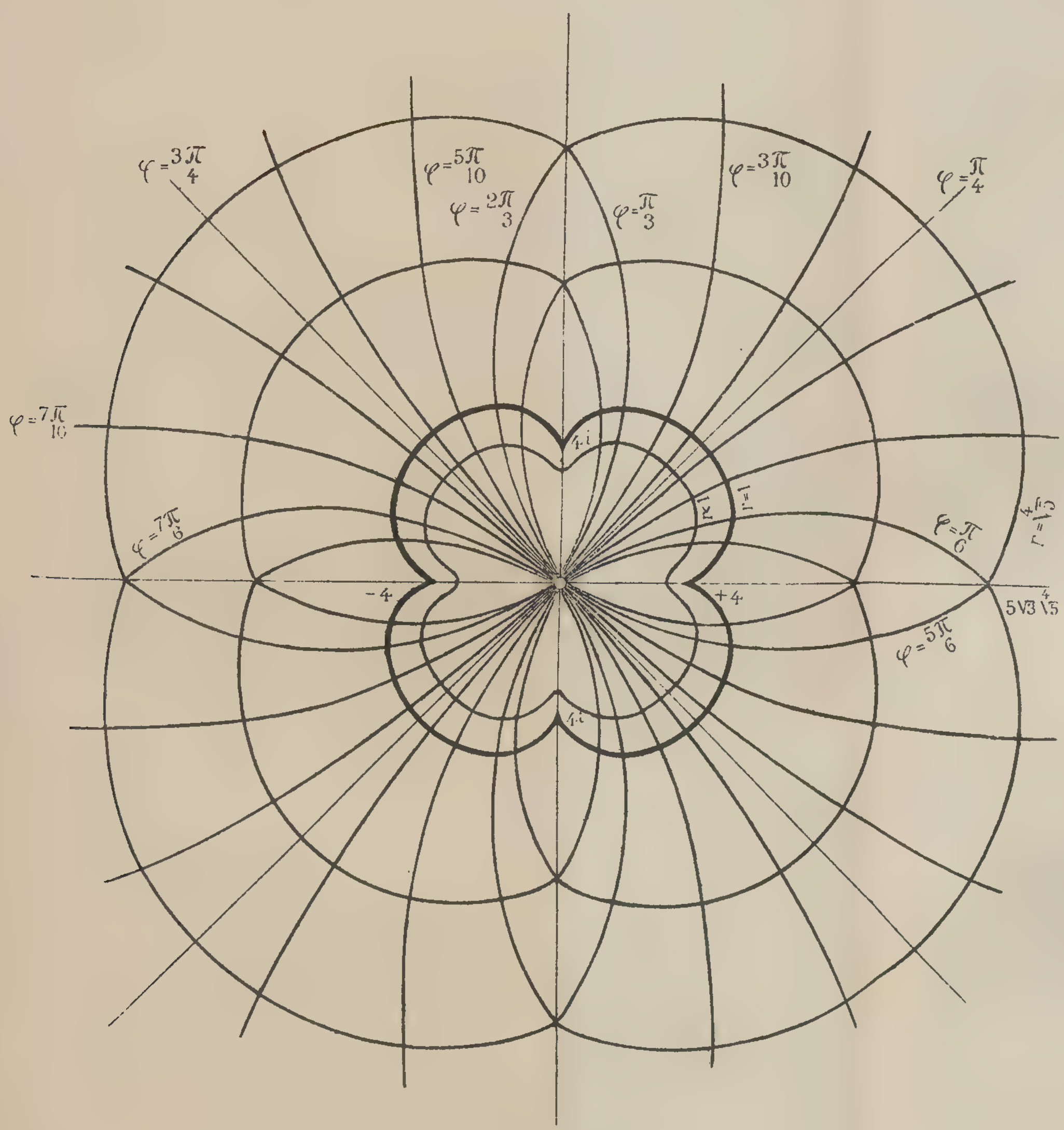
und sämmtliche Epitrochoiden, die den Kreisen der z Ebene entsprechen, für welche $r < 1$, *ganz* im 5ten Blatte. Von den Epitrochoiden, für die $r > 1$ ist, liegen nur die Theile ohne die Schleifen im 5ten Blatte, also 4 Bogen, symmetrisch in den 4 Quadranten zwischen den Axen, mit 4 Spitzen auf denselben, die eine ähnliche Figur bilden wie die Epicycloide. (s. Taf. IV.)

Von den Parabeln 5ter Ordnung liegen diejenigen ihrer ganzen Ausdehnung nach im 5ten Blatte, welche den Geraden zwischen $\varphi = \frac{2\pi}{10}$ und $\varphi = \frac{3\pi}{10}$ und zwischen $\varphi = \frac{7\pi}{10}$ und $\varphi = \frac{8\pi}{10}$ der z Ebene entsprechen, von den übrigen nur der Theil vom Nullpunkt, bis zum Schnittpunkt mit einer der Axen. Diese bilden mit der vorigen Schaar von Epitrochoiden und Theilen derselben ein *isothermisches Kurvensystem.*

Ist der Radius des Kreises $r > 1$, so liegen die Epitrochoiden in allen 5 Blättern und zwar haben die Kreisbogen innerhalb der 4 hyperbolischen Aeste A, B, A′, B′ (Taf. I) als Bilder die 4 Schleifen der Epitrochoiden. Die zwei Schnittpunkte des Kreises mit jedem der hyperbolischen Aeste, welche den Coordinatenaxen entsprechen, sind die Bilder je eines der Doppelpunkte auf den Axen, und die Schnittpunkte desselben mit den hyperbolischen Aesten, welche den Geraden $\pm \frac{\pi}{4}$ entsprechen, sind die Bilder der Doppelpunkte auf den Winkelhalbirenden $\pm \frac{\pi}{4}$ der w Ebene.

Elektrodynamisch kann nur das fünfte Blatt gedeutet werden. Macht man die Epicycloide mit Spitzen zur Einströmungselektrode und leitet die Elektricität im Nullpunkte oder im unendlich fernen Bereiche ab, so sind die Epitrochoiden und Theile derselben, welche im fünften Blatte liegen, Aequipotentialniveaulinien und die Kurven der Orthogonalschaar, die Parabeln 5ter Ordnung und Theile derselben, sind die Strömungslinien.

Durchläuft z einen der Kreise $r =$ konst. seiner Ebene, so durchläuft der entsprechende Punkt w eine Epitrochoide. Ein *eindeutiges* Entsprechen der Punkte des Kreises und der Epitrochoide findet aber nur dann statt, wenn die letzere keine vielfachen Punkte hat, d. h. für die Epitrochoiden, welche ganz im 5ten Blatte liegen, für welche $r < 1$ ist, die Grenze derselben bildet die Epicycloide $r = 1$.


φ = 3π/4
φ = 5π/10
φ = 2π/3
φ = π/3
φ = 3π/10
φ = π/4
φ = 7π/16
φ = 2π/10
φ = 7π/6
φ = π/6
φ = 5π/6
-4
+4
4-i
1-i
1+i
r=1
r=4/5
5√3/5

Innerhalb des Einheitskreises $r = 1$ der z Ebene entspricht jedem Punkte nur ein einziger Punkt innerhalb der Epicycloide, es wird daher durch die Funktion:

$$w = 5z - z^5$$

das Innere des Einheitskreises der z Ebene konform auf das Innere der Epicycloide mit 4 Spitzen in der w Ebene abgebildet. In der z Ebene bilden die Isophasen die Orthogonalschaar zu der Isotimenschaar. Nehmen in der w Ebene die Radien R der den Isotimen entsprechenden Kreise in einer geometrischen und die Neigungswinkel γ der Strahlen des Büschels um den Nullpunkt in einer arithemischen Reihe zu, so bilden die Isotimen und Isophasen ein isothermisches Kurvensystem. Es geschieht dies, wenn man die Gleichung 12) der Isotimenschaar schreibt:

$$p_0, p_1, p_2, p_3, p_4 = R = e^c \text{ oder:}$$

$$\mathrm{Lg} \prod_{k=0}^{k=4} p_k = \sum_{k=0}^{k=4} \mathrm{Lg}\, p_k = c = \text{konstant.}$$

Und die der Isophasenschaar Gleichung 15):

$$\sum_{k=0}^{k=4} \operatorname{arctang} \frac{y - \beta_k}{x - \alpha_k} = \operatorname{arctang} \frac{\eta}{\xi} = \gamma = \text{konstant,}$$

wo $\alpha_k + \beta_k i$ für $k = 0, 1, 2, 3, 4$ je einen der 5 Wurzelpunkte

$z = 0, (\alpha_0 = 0, \beta_0 = 0), z = \pm\sqrt[4]{5}, \left(\alpha_1 = \sqrt[4]{5}, \alpha_2 = \sqrt[4]{5}, \beta_1 = \beta_2 = 0\right)$

und $z = \pm i\sqrt[4]{5}$ $\left(\alpha_3 = \alpha_4 = 0, \beta_3 = i\sqrt[4]{5}, \beta_4 = -i\sqrt[4]{5}\right)$ darstellt.

Die isothermischen Parameter c und γ folgen arithmetischen Reihen.

Ist immer $c = \gamma$, so erhält man die Eintheilung der z Ebene in kleine Quadrate.

Es hat keine Schwierigkeiten, das Innere des Einheitskreises auf das Innere einer Epicycloide mit beliebig vielen Spitzen abzubilden, die Untersuchungen bleiben im Wesentlichen dieselben.

Louis Rollier.

Bericht

über die

Paläontologischen Sammlungen

des

Naturhistorischen Museum in Bern.

Vorwort.

Nachfolgender Aufsatz des Herrn Louis Rollier wurde veranlasst durch die Arbeiten des Autors in der Paläontologischen Sammlung des Museums in Bern, welche derselbe im Herbst 1890, im Winter 1890/91 und im Frühjahr 1891 im Auftrag der Museumscommission ausgeführt hat. Herr Rollier hat es unternommen die ganze paläontologische Sammlung des Berner Museums neu zu ordnen, namentlich diejenigen Theile, welche, wie vor Allem die reiche Ooster'sche Sammlung, aus Mangel an Platz der Hauptsammlung noch nicht einverleibt waren. Im Uebrigen galt es, die Versteinerungen des alpinen Juras und der Kreide durchzunehmen und neu aufzustellen, während in den letzten Jahren diejenigen des Eocäns, der Molasse, des Löss, sowie die quartären Säugethierreste durch die Herren Dr. Kissling, Dr. Jenny und Prof. Th. Studer bearbeitet worden sind. Die Hauptarbeit aber, welcher sich Herr L. Rollier gewidmet hat, war, wie gesagt, die Einreihung der grossen Petrefakten-Sammlung des Hrn. Alexander Ooster in die Allgemeine paläontologische Sammlung.

Diese namentlich aus Petrefakten der westlichen Kalkalpen bestehende Sammlung, aus über 7000 Nummern bestehend, wurde im Jahre 1868 von Herrn A. Ooster dem Museum geschenkt.

Die Sammlung war im alten Museum in provisorischen Holzgestellen mit offenen Schubladen untergebracht. Leider musste dieselbe auch im neuen Museum nach der Einordnung der übrigen paläontologischen Sammlungen und nach dem Tode Professor Bachmanns noch in den provisorischen Gestellen untergebracht verbleiben, und erst im Laufe des letzten Jahres wurde durch eine entsprechende Ver-

mehrung des Mobiliars der Paläontologischen Sammlung die Möglichkeit gegeben, dieselbe endlich aufzunehmen. Es ist die genaue Durchsicht, Sortirung und Neuaufstellung der Ooster'schen und übrigen Sammlungen, worüber in Folgendem Herr Rollier berichtet. Vorerst mögen hier noch die wichtigeren Publikationen des Herrn A. Ooster und seines Schwagers, des Herrn von Fischer-Ooster, aufgezählt werden.

Dr. Edm. v. Fellenberg.

W. A. Ooster.

Pétrifications remarquables des Alpes suisses.

Catalogue des Céphalopodes fossiles des Alpes suisses. *Zurich 1861.* Mit 61 Tafeln.

Synopsis des Echinodermes fossiles des Alpes suisses. Mit 29 Tafeln. *Genève et Bâle 1865.*

Le Corallien de Wimmis avec une introduction géologique. Mit 24 Tafeln. *Genève et Bâle 1869.*

Protezoë helvetica.

Mittheilungen aus dem Berner Museum der Naturgeschichte über merkwürdige Thier- u. Pflanzenreste der schweizerischen Vorwelt. Herausgegeben von W. A. Ooster und C. von Fischer-Ooster. Mit 10 Tafeln, einer Karte und einem Holzschnitt. *Genf und Basel 1869.*

C. v. Fischer-Ooster.

Die fossilen Fucoïden der Schweizer-Alpen, nebst Erörterungen über deren geologisches Alter. Mit 18 Tafeln. *Bern 1858.*

Erster Theil.

Wie oben erwähnt, wurde das reichhaltige Material der von Herrn A. Ooster dem Berner Museum geschenkten Sammlung vorherrschend alpiner Petrefacten zur Zeit der Eröffnung des neuen Museums nur zum allerkleinsten Theil in die allgemeine Petrefacten-Sammlung eingereiht. Das Einräumen geschah damals nur provisorisch, so dass zur Herstellung einer geordneten paläontologischen Sammlung eine gründliche Umstellung und neue Anordnung, be-

sonders der ganzen Schubladenkasten, unter den Schauschränken, sich als eine Nothwendigkeit erwies. Es wurden seiner Zeit schon von Herrn Prof. Baltzer, unter Mithülfe der Herren Studenten Jenny und Kissling, die wichtigsten Schaustücke aufgestellt, so dass die allgemeine Classification dadurch gegeben war. Diese Aufstellung geschah in der natürlichen geologischen Reihenfolge der Formationen, als: Silur und Devon, Carbon und Dyas, Trias, Jura, Kreide, Tertiär und Diluvium, in je einer oder mehreren entsprechenden Vitrinen. Durch diesen Aufstellungsmodus kann man die historische Entwicklung der Thier- und Pflanzenformen von der Urzeit an bis zur Diluvialperiode verfolgen, in der Weise, dass die zusammengelagerten, (d. h. die gleichzeitigen) Formen immer beisammen bleiben, sodass Besucher und Studierende, so gut wie der Special-Geologe aus den durch Versteinerung erhaltenen Thier- und Pflanzenüberresten ein Gesammtbild der ganzen Schöpfungsgeschichte erhalten. Zwar sind die Pflanzen vom Carbon weg bis zum Tertiär für sich in zwei Montren in der angeführten Weise, d. h. Reihenfolge aufgestellt und sollen weiter unten, im Anschluss an die fossilen Thierreste, besprochen werden. Die übrigen Vitrinen enthalten dagegen nur Thierreste. Dies ist für die Paläontologie die beste und sicherste Classification, denn, würde man z. B. die Fossilien nach den zoologischen Klassen und Ordnungen einreihen, könnten leicht bemerkenswerthe Stücke gar keinen Platz finden. Die Klassen und Ordnungen der jetzigen Schöpfung können sich folgerichtigerweise nur auf die jetzt lebenden Wesen beziehen. Innerhalb der verschiedenen geologischen Gruppen kann man jedoch die bezüglichen Klassen und Ordnungen aufstellen, wie sie uns die Petrefakten in zoologischer Reihenfolge kennen lernen. Es ist somit im Museum eine sowohl allgemein-geologische, als speciell-zoologische Anordnung der Petrefakten combinirt worden. Dieselbe wird sich auf die Länge bewähren, weil sie am besten eine rasche Uebersicht und die vielen natürlichen Beziehungen der ausgestorbenen Wesen zu einander gewährt.

Keine paläontologische Sammlung darf man sich so reich und vollständig denken, dass sie die ganze Schöpfungsgeschichte erläutern könnte. Es werden ja die nach den jetzigen geologischen Forschungen bekannten und bis zum Ende des Jahrhunderts noch entdeckten und beschriebenen Thierspecies auf ca. 100,000 geschätzt. Dies wären also die von allen Seiten her gesammelten fossilen Thierformen, aus welchen

wir das fortschreitend sich entwickelnde thierische Leben der Vorwelt zu reconstruiren und zu studiren bereits im Stande sind. Doch nirgends können wir so reiche Schätze beisammen sehen. Viele Exemplare gehören zu den Seltenheiten und Einzelfunden, deren Originale nur in diesem oder jenem Museum aufbewahrt werden. Wir müssen jene wichtigen Original-Exemplare, jene Unica, abgebildet oder abgegossen, uns zu verschaffen suchen. Aber auch manche Stücke unter unseren Versteinerungen sind Originale, und diese sind vor allen andern würdig, passend aufgestellt zu werden. Es wird von den fremden Besuchern nicht nach den Stücken, die man in London, Paris oder München sieht, gefragt, sondern eben nach den Merkwürdigkeiten des Schweizerlandes, vor Allem nach den Fossilien aus dem Alpengebiet, des Tertiärlandes und des Juragebirges. Somit wurde den einheimischen Petrefakten in unseren Sammlungen der beste Platz eingeräumt, und deren Hauptstock wird wohl die mit viel Zeit und Geld, Lust und Geduld erworbene, grosse und berühmte Sammlung des Herrn A. Ooster in Bern noch lange bleiben.

Von den ausländischen Formen wird nur das Charakteristische und für den Unterricht Unentbehrlichste aufgestellt, indem für ein eingehenderes Studium ein reichhaltigeres Material in den Schubladen zur Verfügung steht.

Nachfolgend können wir jetzt zur Beschreibung des Inhaltes der einzelnen Vitrinen übergehen und zwar indem von denselben, von unten nach oben, von den älteren zu den jüngeren Formationen fortschreitend, stets nur das Wesentlichste aus derem reichen Inhalte hervorgehoben wird.

A. Silur.

Wenn wir mit den älteren Thierformen beginnen, so finden wir hier zunächst Graptolithen und Korallen, wie z. B. mehrere Cyathophyllen aus Böhmen; dann eine grössere Reihe von Brachiopoden wie Rhynchonellen, Meristellen, Orthis, Spirifera, Pentamerus, ebenfalls aus Böhmen, einzelne auch von Dudley (England) anzuführen. Die Bivalven und Gasteropoden treten mit folgenden Generis auf: Cardiola, Natica, Pleurotomaria, Tuba, Euomphalus, Capulus. Die Cephalopoden sind besonders durch schöne Orthoceras, hauptsächlich aus Böhmen repräsentirt, dann sind Ophioceras, Gyroceras, Trochoceras, Phragmoceras,

viele Cyrtoceras auch gut vertreten. Dieses Material wurde vom geologischeu Institut der k. k. Universität in Prag bezogen. Die Trilobitensammlung ist auch wichtig, indem man hier viele Species folgender Genera vorfindet: Agnotus, Trinucleus, Calymene, Phacops, 6 sp., Paradoxides, Dalmanites, der letzteren wohl 10 Species.

B. Devon.

Eine Reihe Korallen aus der Eifel wurden durch Herrn Professor Baltzer und Herrn Alt-Gemeinderath B. Studer geschenkt: Cyathophyllum, Heliolithes, Porites, Favosites, Calamopora, Syringopora, Columnaria. Von den Seelilien wurden Rhodocrinus, Eucalyptocrinus, Cupressocrinus, Cyathocrinus entweder geschenkt oder von A. Krantz in Bonn gekauft. Die zahlreichsten und häufigsten Repräsentanten der Fauna sind die Brachiopoden, von denen über 200 Schächtelchen voll, fast alle aus der Eifel, vorhanden sind. Die wichtigsten Gattungen sind Rhynchonella, Orthis, Strophomena, Chonetes, Cyrtina, Pentamerus, Spirifer, Spirigerina und Stringocephalus. Erwähnenswerth ist ein grosses Stück von Stringocephalus Burtini Defr. aus der mitteldevonischen Grauwacke von Paffrath bei Köln. Ebenso ein grösseres Handstück des Grauwackensandsteins mit schönen Spiriferen von Singhofen bei Nassau, geschenkt durch Herrn Sekundarlehrer Jakob in Biel.

Die Liste der Acephalen ist vollständiger als diejenige des Silur: hier finden wir namentlich Avicula, Lucina, Venulites, Grammysia, Cardiola, Conocardium, Megalodon, Sanguinolaria, Cypricardia, meistens aus der Eifel vorhanden.

Die Gasteropoden haben ebenfalls an Mannigfaltigkeit zugenommen. Hier weist die Sammlung auf: Natica subcostata von Paffrath, Turbo armatus aus der Eifel, Ampullaria, Pleurotomaria, Macrocheilus arculatus (Paffrath), Murchisonia Pirkuesana aus der Provincia de Castellon (Prof. Villanova), Bellerophon, Euomphalus, als schöne Exemplare auf.

Cephalopoden sind hingegen spärlicher geworden. Schön ist Goniatites tenuistriatus aus dem rothen Kalk von Brodelar in Westphalen, dann kleinere verkieste Goniatiten aus der Eifel, Orthoceras vittatum und tenuilineatum von Bredelar, Cyrtoceras costatum (Eifel), und kleine Orthoceras vertreten im Devon jene Thiergruppe.

Die Trilobiten sind ebenfalls am Absterben, darum haben wir hier nur 5 Species Phacops aus der Eifel und Asaphus Brongnarti von Caen anzuführen.

C. Carbon.

Es ist hier eine amerikanische Fauna niederer Thiere vertreten, welche die schönsten Sachen aufweist. Spongien treten zunächst aus der Nicaraguagruppe von West-Tenessee mit Astylospongia inornata auf. Wunderschön sind die von der Hochschule und dem Museum gemeinsam angekauften, mit erhaltenem Kelch auf einem grauen Thonschiefer aufsitzenden Seelilien aus Crawfordsville (Indiana), der Keokuk-Gruppe angehörend. Wir finden hier schon eine ganze Anzahl Genera vertreten: Platycrinus, Scaphiocrinus, Onychocrinus, Bathocrinus, Haplocrinus, Forbesocrinus, Eretmocrinus und Goniastroidocrinus. Pentremites ist aus Alabama und Amphoracrinus aus Irland vertreten.

Die Brachiopoden wurden im Bergkalk von Irland und von Visé in Belgien gesammelt. Hier findet man: Rhynchonella, Spirifera mit 10 Species, Orthis der am Absterben begriffen ist, Atrypa, Cyrtia und Chonetes in nur wenigen Exemplaren. Dann tritt Productus mit schönen und grossen Arten, wie Productus giganteus, latissimus und Llangollensis nebst kleineren Stücken, zum ersten Mal auf. Auch Terebratula zeigt sich hier zum ersten Mal.

Aus den Mollusken ist nur weniges anzuführen: Cardiomorpha oblonga von Irland, Bellerophon von Visé, Euomphalus von Dublin, und einige wenige Goniatiten und Orthoceras von verschiedenen Lokalitäten.

Auch kommen noch einzelne Triboliten vor: Es sind Phacops und Calymenearten aus Amerika.

Von der Lokalität Armagh in Irland sind Fischzähne und Panzerstücke vorhanden, die einer ganzen Reihe Genera angehören. Dieselben sind: Psammodus, Psephodus, Poecilodus, Petalodus, Cochliodus, Helodus, Deltodus, Copodus, Ctenopetalus, Polyrhizodus und Delloptychius. Aber auch einen ganzen Fisch: Gyracanthus formosus aus den Coalmeasures von Dalkeith, weist die Sammlung auf.

D. Dyas.

Diese spärlich in der Schweiz ausgebildete Formation ist immerhin, wie auch in den angrenzenden Ländern, arm an fossilen Ueberresten. Wir besitzen aus dem Todtliegenden (Vogesensandstein, Verrucano) wie aus dem Zechstein, kein einziges einheimisches Belegstück, um das thierische Leben während der Dyasperiode zu repräsentiren. Dagegen sind einzelne Petrefakten aus Deutschland in wenigen

Exemplaren, meist aus dem Zechstein von Gera vorhanden. Es sind kleine Arten von: Orthisina, Spirifer, Productus, Terebratula; und einzelne Acephalen wie Pecten, Avicula, Myoconcha, Gervillia, Leda, Cucullaea. Seltener sind noch die Gasteropoden von denen nur Natica und Pleurotomaria vorkommen, dann auch ein Nautilus.

Aus dem Kupferschiefer von Eisleben sind schöne Fischabdrücke von Pygopterus, Acanthodes, Dithyrocaris, Palaeoniscus etc. gekauft worden. Ebenso aus dem rothen Schiefer von Ruppersdorf in Böhmen und dem schwarzen Permien von Autun, namentlich Palaeoniscus Blainvillei auf einer grossen Schieferplatte.

E^a. Trias.

a) *Buntsandstein.* Selten sind Petrefakten im Buntsandstein erhalten. Was im Museum vorhanden ist, stammt aus den oberen Schichten dieser Bildung und zeigt auffallende Beziehungen zur Muschelkalkfauna. Es sind etwelche Stücke von Sulzbach und Plombières im Elsass: Myophoria curvirostris, Ostrea, Pecten und Plagiostoma, Mya elongata, Natica und Turritella Schröteri nebst einigen Wirbelthierresten. Bemerkenswerth sind zwei grosse Sandsteinplatten von Hildburghausen mit sogenannten Thierfährten von Chirosaurus Barthi.

b) *Muschelkalk.* Hier erst begegnet uns die älteste Fauna unseres Landes; zahlreiche Molluskenreste wurden in den Wellenbildungen und in dem eigentlichen Muschelkalk der Nordschweiz von Herrn Dr. Mösch gesammelt. Viele ausländische Stücke wurden ihnen beigelegt; immerhin ist das Hauptmaterial für die schweizerische Geologie bezeichnend. Hier sehen wir zunächst schöne geschlossene Kelche des Encrinus liliiformis aus dem Hannöverschen und von Braunschweig, ebendaher eine grosse mit Plagiostomenschalen bedeckte Steinplatte. Von Crailsheim ist auch ein grosses mit Encrinitengliedern besetztes Stück, als charakteristisch für diese Bildung, aufgestellt worden.

Die Brachiopoden sind nur durch Terebratula vulgaris von Etzgen im Aargau und von anderen fremden Lokalitäten vertreten.

Hingegen an Acephalen sind Myophoria, Avicula, Gervillia, Pleuromyaarten, ferner Lima lineata und striata, sowie Pecten laevigatus in grossen Serien und Varietäten vorhanden, welche Herr Dr. Mösch aus verschiedenen Lokalitäten des Kantons Aargau geliefert hat.

An Gasteropoden sind nur wenige Turritella und Melania in einzelnen Exemplaren da, dann fehlen Ceratitesnodosus und semipartitus natürlich

nicht, sind im Gegentheil aus allen möglichen Lokalitäten repräsentirt, wie auch Nautilus bidorsatus, der aus Würtemberg in grösseren Exemplaren aufgestellt ist.

Aus Würtemberg sind auch schöne Krebse vorhanden, besonders Pemphix Sueuri. Dann Kleinigkeiten aus dem italienischen Muschelkalk von Varenna und Campidello.

c) *Keuper.* Der schweizerische Keuper ist ebenfalls ärmer als der deutsche und besonders der würtembergische, vertreten. Selten findet man eine belangreiche Sammlung jener Bildung zusammengestellt; einzelne Vorkommnisse werden deswegen werthvoller sein. So hat Herr Dr. Mösch in Gansingen in einem mit Muschelbrut erfüllten gelben Kalkstein, im sogenannten Keuperkalk, zahlreiche kleine Belegstücke gesammelt. Heben wir noch aus der allgemeinen Sammlung etliche Muscheln wie Myophoria, Lingula tenuissima und Posidonia minuta hervor.

Hingegen sind die Wirbelthiere, Fisch- und Saurier-Reste wichtiger. Gypsabgüsse von den merkwürdigen Mastodonsaurus Jägeri und Belodon Kapfi geben eine gute Idee von den Stuttgarteroriginalen. Aechte Schild- uud Knochenreste sind von Crailsheim aus der Lettenkohle reichlich vertreten.

d) *Bonebed.* Aus dem sogenannten Bonebed sind auch etliche deutsche Vorkommnisse von Rothweil, Nürtingen uud Birkengähren durch Pecten, Gervillia, Avicula contorta, Cardium cloacinum in den Schubladen verwahrt. Ferner wurden durch Herrn Dr. Thiessing, aus dem Tunnel von Montmelon, etwelche Zähne wie: Acrodus minimus, Saurichthys acuminatus, Sargodon tomicus etc., als schweizerische Repräsentanten des Bonebeds in einem schwarzen Thonkalk auftretend, gesammelt.

E^b. Alpine Trias.

Zunächst sind es die so schön erhaltenen Hallstätterfossilien, die wir aufzuweisen haben. So hauptsächlich Goniatites und Orthoceras, die hier noch fortgelebt haben, dann auch Ammonitenarten wie Am. aratus, Ramsaueri, Johannis Austriae, umbilicatus, respondens etc., nebst Monotis salinaria. Dann sind aus den Werfener und Compilerschichten von Corvara und St. Leonhard verschiedene Mollusken von Prof. Baltzer geschenkt worden; ferner war etwas aus dem Schartenberg früher schon da, so dass sich eine Reihe von triasischen Fossilien aus der Südzone angesammelt hat. Von St. Cassian ist eine ganze Sammlung zum Theil aufgestellt, das Uebrige befindet sich bei dem wissenschaftlichen Material in den Schubladen aufbewahrt. Man findet dort

Spongien wie Gnemidium, Scyphia, Ceriopora, Crinoïden wie Encrinus, Pentacrinites und Pentacrinus, Echiniden, besonders Stacheln von Cidaris, ferner Rhynchonella und Terebratula. An Acephalen sind nur kleinere Arten, wie überhaupt von der ganzen Fauna vorhanden. Es sind: Cassianella, Leda, Nucula (verschiedene Arten), Cardita crenata, Plicatula, Avicula, ferner eine ganze Reihe kleiner Gasteropoden der Genera: Natica, Turritella, Pleurotomaria, Melania, Bellerophon, Monodonta, Dentalium angehörend. Cephalopoden sind noch Orthoceras, Goniatites und einige Ammoniten.

Die Raiblerschichten hat das Museum spärlich vertreten, nur einige Acephalen. Einen schönen Fischkopf schenkte Prof. Baltzer aus den Fischschiefern von Perledo am Comersee. Dann ebenfalls eine schöne Sammlung von Petrefakten aus dem Esinokalk wurde von Prof. Baltzer aufgestellt, in der wir hauptsächlich Natica monstrum, Chemnitzia Escheri, Purpura, Goniatiten und Ammoniten aus Val Molina und Col di Prato aufzählen.

F. Jura.

Mit der Rhätischen Stufe treten wir an die überreichen Schätze der Ooster'schen Sammlung, welche Glaskasten und Schubladen mit ihrem werthvollen Material erfüllen, indem nur die bezeichnendsten oder schönsten Stücke aufgestellt werden konnten.

Es müssen sich dann die Besucher die Schubladen zeigen lassen, um einen allgemeinen Ueberblick über das paläontologische Material zu gewinnen, wie auch um dasselbe zu studieren. Aus der Ooster'schen Sammlung wartet jedoch noch gar Manches einer neuen Bestimmung und Beschreibung, was jetzt endlich möglich, indem die ganze Sammlung systematisch eingereiht werden soll.

a) In der Rhätischen Stufe treffen wir zunächst etwelche Petrefakten aus den Kössenerschichten wie Terebratula oxycolpus, Waldheimia norica, sowie Gervilia praecursor und Pecten cloacinum aus dem Schwarzloser-Graben.

Dann haben wir die unzähligen Exemplare von Ostrea, Pecten, Lima, Avicula, Placunopsis, Mytilus, Cardita, Myophoria, Natica, Ditremaria, Rhynchonella, Terebratula, Cidaris etc. aus dem alpinen Rhät der Stockhornkette, der Wallopalp im Simmenthal, von der Spiezfluh, von Broc, Plan-Falcon und Grévalets im Kanton Freiburg. Wie gesagt, ist diese reiche Ausbeute meistens in den Schubladen zu suchen.

Aufgestellt sind noch die charakteristischen Ammoniten des Infra-Lias, wie Ammonites angulatus und planorbis aus dem Aargau und aus Würtemberg. Von der Schambelen an der Reuss sind nur zwei Stücke vorhanden, nämlich Penaeus liasicus und Glyphaea Heeri.

b) *Unterlias.* Es sind zunächst die Leitfossilien des Arieten- und Gryphitenkalkes, besonders aus dem Aargau und dem Randen, reichlich vertreten. Pentacrinus tuberculatus, Spiriferina, Rhynchonella- und Terebratula-Arten sind genügend vorhanden. Dann eine grosse Reihe der charakteristischen Gryphaea arcuata und obliqua aus vielen Juralokalitäten. Plagiostoma gigantea in prachtvollen Stücken vom Randen und südlich von Säckingen, wie die seltenere Lima succincta. Von höheren Acephalen ist ein schönes Material aus Cardinien, Tellinen und Pholadomyen bestehend, von Gasteropoden grössere Exemplare von Pleurotomaria und Trochus vorhanden. Ammoniten verschiedener Arietitesarten sind grosse und schön erhaltene würtembergische, Schaffhauser- und Aargauer-Vorkommnisse, von denen wir die riesigen Ammonites Bucklandi von Stuttgart und bisulcatus von Monterri (Dr. Thiessing) hervorheben wollen. Auch ist Nautilus in seinen beiden Arten, N. striatus und intermedius, vertreten.

Aus dem übrigen unteren Lias, den sogenannten Numismalismergeln sind kleinere verkieste Sachen aufgestellt, die zu den zierlichsten Fossilien gehören und die schönsten Formen darstellen. So die Waldheimia numismalis, Rhynchonella rimosa und scalpellum, auch Spiriferina sp., dann schöne Ammoniten, wie Am. oxynotus, liasicus, bifer, planicosta, obtusus, raricostatus, capricornus etc. Einige englische schöne Sachen wurden den einheimischen angereiht.

Auch der italienische Unterlias ist durch seine schönen, meist rothen und marmorisirten Petrefakten interessant. Zuerst finden wir kleine Fossilien von Hierlatz vor, dann wurden in den Steinbrüchen von Arzo westlich von Mendrisio schöne Rhynchonellen, Terebrateln und Spiriferen nebst einigen Ammoniten, Nautilen und Seelilien durch die HH. Prof. Baltzer und Dr. E. von Fellenberg, wie früher schon durch Prof. B. Studer reichlich gesammelt. Aus den Adnetherschichten sind ungefähr zwanzig mittelgrosse Ammoniten, die wiederum einem rothen Kalk angehören, wegen Platzmangels in den Schubladen untergebracht; ebenso verschiedene Vorkommnisse aus einem rothen oolithischen Gestein von Schöppenstädt im Hannöverschen.

b) *Mittlerer Lias.* Im mittleren Lias zählen wir nur wenige, aber schön erhaltene Exemplare auf. Dort sind von Ammonites mar-

garitatus eine Menge kleinerer verkiester Exemplare aus allen möglichen Lokalitäten vorhanden, meistens aber würtembergische. Auch schöne Ammoniten von Lyme-Regis in England ermöglichen den Vergleich mit unseren kleineren Jura-Vorkommnissen. Es sind von Lyme-Regis Ammonites ibex, Henleyi, lataecosta, Loscombi, Maugenesti und armatus vorhanden. Ein schöner Ammonites armatus aus dem Frickthal wurde von Dr. v. Fellenberg beigefügt. Es ist ferner Ammonites Davoei vom Randen bemerkenswerth. Andere Fossilien, wenn auch weniger wichtig, dürfen in einer charakterisirenden Aufzählung nicht fehlen; es sind Nautilus inornatus, Belemnites paxillosus, Trochus anglicus, Pholadomya ambigua, Pecten aequivalvis und Plicatula spinosa. Von den Wirbelthieren hat man einige Saurierwirbel, eine Flosse von Ichthyosaurus communis und einen Kiefer von Hybodus reticulatus aus Lyme-Regis aufgestellt. Dann ist auf dem Schrank ein grosses Exemplar des Amm. heterophyllus aus Würtemberg zu sehen.

Oostersche Sammlung. Um das Studium zu erleichtern, wurden die unterliasischen Petrefakten der Ooster'schen Sammlung in der Vitrine des Unterlias ebenfalls, aber für sich, aufgestellt. Da treffen wir hier die nämliche Suite nochmals, doch immerhin theils durch andere Arten, theils durch deformirte Petrefakten vertreten. Die Sammlung ist besonders an Ammoniten, Nautilen, Acephalen und einigen Gasteropoden reich, und wurde seiner Zeit schon durch Herrn C. v. Fischer-Ooster etiquettirt, dann durch Herrn Dr. Mösch revidirt und bestimmt. Obgleich nun nicht alle Lokalitäts- und Fundortsangaben für einzelne isolirte Stücke mit wünschenswerther Sicherheit von Herrn Ooster angegeben sein mögen, muss man dennoch bei eingehenderem Studium anerkennen, dass die Hauptfundorte für alpine Petrefakten richtig und wahrheitsgemäss repräsentirt sind, und dass sich wohl nirgends ein so reichhaltiges Material, aus den westlichen Kalkalpen der Schweiz zusammengebracht, vorfindet.

So sind die schwarzen Liaskalke von der Blumensteinallmend und vom Langeneckgrat in der Stockhornkette systematisch ausgebeutet worden, und die wichtigen Einschlüsse, die sie geliefert haben, bleiben dem Berner Museum gesichert. Wir wollen nicht alle einzelnen Arten hier aufzählen; es sind grössere und kleinere, zum Theil wohl erhaltene Petrefakten, von denen die Ammoniten die häufigsten sind. Sie scheinen

im Allgemeinen etwas jünger als diejenigen des Gryphitenkalkes zu sein und zeigen nähere Verwandtschaft mit denjenigen der Adnetherschichten. Doch könnten sie mehreren Horizonten angehören. Es ist auch eine Reihe anderer Thierreste vorhanden, welche besonders die Genera: Gryphaea, Pecten, Lima, Avicula, Plicatula, Cardita aufweisen, nebst Gasteropoden und Brachiopoden, die allerdings die Grundlage einer alpinen Monographie gelegentlich bieten dürften.

An der Oberferdenalp und am Ferdenrothhorn im Ferdenthale, einem westlichen Seitenthale des Lötschenthales, wurde von Herrn Dr. v. Fellenberg eine Sammlung unterliasischer Petrefakten zusammengebracht, die nähere Beziehungen zu denjenigen des Arieten- und Gryphitenkalkes zeigen. So ist nach den Bestimmungen der Herren Dr. Mösch und Prof. Renevier die Hettangegruppe mit Ammonites angulatus nachgewiesen worden. Ferner lassen Arietenammoniten, obgleich sehr verzerrt, Nautilus striatus und Plagiostomen die Sémurstufe erkennen. In Oberferden kommt auch Gryphaea arcuata massenhaft vor.

Der mittlere Lias ist vom Col-des-Encombres durch Ammonites margaritatus in einem tiefschwarzen Kalk vertreten. Dann haben noch fragliche Bildungen am Bodmi, am Sigriswylgrat, an der Wallopalp im Simmenthal eine Reihe von Petrefakten geliefert, die auch nicht zu den gemeinsten gehören.

c) *Oberer Lias.* Nehmen wir hier zunächst die weit verbreitete Bildung der Posidonien- oder Liasschiefer in Betracht, die besonders in Boll (Würtemberg) entwickelt sind und die allerschönsten Echsen- und Fischskelette geliefert haben. In allen grösseren paläontologischen Sammlungen findet man mehr oder weniger schöne und grosse Exemplare aufgestellt, die vielfache Verschiedenheiten, meist in vorzüglicher Erhaltung, aufweisen. Von diesen Prachtsexemplaren, die meist von Emil Meyrat herauspräparirt wurden, finden sich im Berner Museum fünf grosse Platten zur Dekoration des Saales aufgehängt; nämlich 1. Teleosaurus Bollensis von Holzmaden, prachtvolles completes Exemplar (von Hauff präparirt). 2. Teleosaurus Bollensis, grösseres Stück, an welchem Kopf und Wirbelsäule gut sichtbar, ebenfalls von Holzmaden, mit Unterstützung des Herrn F. Bürki, 1874 gekauft. 3. Ein kleiner 1 m. langer Ichthyosaurus avirostris von Holzmaden. 4. Prachtsexemplar des Ichthyosaurus communis von Boll, fast 3 m lang und complet mit Rippen, Flossen und Kopf. 5. Ichthyosaurus tenuirostris aus dem Liasschiefer der Alpweide von Teysachaux, am westlichen Fusse der

Molésonkette, entdeckt im Februar 1870 durch J. Cardinaux von Châtel-St.-Denis. Hals und Körper mit zwei Flossen erhalten, das einzige Exemplar, das bis jetzt in der Schweiz entdeckt wurde. Siehe Beschreibung und Abbildung in den Protozoë helvetica p. 73. 7. Abguss vom Mystriosauruskopf von Holzmaden.

Von Boll und Holzmaden stammend sind noch schön erhaltene Fische, wie man sie hin und wieder in den Sammlungen antrifft, gekauft worden, nämlich: Ptycholepis Bollensis, Holzmaden, Lepidotus Elvensis, Holzmaden, nebst einem Abguss von Ohmden, Dapedius pholidotus von Holzmaden und Boll, mehrere Exemplare des Dapedius punctatus und Pachycornus curtus von Holzmaden.

Von den Mollusken sind eine Reihe Cephalopoden aus den bereits erwähnten Schiefern von Würtemberg, hauptsächlich lange vollständige Belemnitenknochen, Bel. acutus und acuarius, Schalenreste von Beloteuthis Bollensis von Holzmaden zu finden. Verkieste, gut erhaltene Ammoniten aus diesem Niveau: Ammonites communis, Holandrei, heterophyllus crassus und serpentinus sind ebenfalls vorhanden, nebst Estheria (Posidonía) Bronni und Pentacrinus Bollensis.

So mannigfaltig und reich jene Schieferbildung in Würtemberg auch ist, so haben wir fast nichts aus dem schweizerischen Jura beizufügen, ausgenommen etwelche Posidonienarten, die überall vorkommen und namentlich im Kanton Aargau und im Tunnel von Montmelon bei St. Ursanne gefunden wurden.

Die darüber liegenden Schichten sind hingegen besser vertreten. So zunächst die reichhaltigen eisenschüssigen oolithischen Kalke von La Verpillière bei Lyon, die prachtvoll erhaltene Petrefakten liefern, von denen eine kleine Sammlung im Berner Museum vorliegt. Es sind die für den oberen Lias charakteristischen Ammoniten: Am. cornu copiae, bifrons, crassus, Brauni, subarmatus, variabilis, Aalensis, radians, Lythensis, primordialis, opalinus, subplanatus, subcarinatus, sternalis und Germaini, nebst schönen Turbo und Pleurotomarien.

Die nämliche Bildung ist von Erba und Suello in der Lombardei und durch den sogenannten Ammonitico rosso der Alpe Baldovana vertreten; es sind rothe Steinkerne derselbigen Ammoniten, worunter Am. Calypso nicht selten ist.

Aus der einheimischen Fauna des oberen Lias ist eine geringere Sammlung von verkiesten Versteinerungen des Aargau's und des Berner Juras neben ähnlichen Sachen aus französischen und elsässischen Lokalitäten vorhanden. Hier haben wir kleinere Ammoniten, Belem-

niten und die charakteristischen Nucula Hammeri, Leda rostralis, Diana, Astarte Voltzii, Trigonia navis und Turbo duplicatus, alles zierliche mit der Schaale versehene Schnecken und Müschelchen vorzuführen. Ammonites opalinus aus dem Aargau zeigt die nächst folgende Doggerbildung an.

Oostersche Sammlung. Der alpine Oberlias ist, ausgenommen von der bereits erwähnten Lokalität Teysachaux am Moléson und Fallbach bei Blumenstein nicht besonders stark vertreten. Vielleicht sind einzelne Exemplare schon in die Sammlung des Unterlias irrthümlich eingeschoben worden, da die Liashorizonte in den Alpen ohne stratigraphische Studien leicht zu verwechseln sind. Doch sind Ammonites radians, opalinus, bifrons und Murchisonae in der Ooster'schen Sammlung von verschiedenen Lokalitäten, so von Oberwirtneren, vom Langeneckschafberg, Neunenenfall in der Stockhornkette, von les Hugonins, Vie de Neyrive bei Albeuve und Charmey im Kanton Freiburg gut vertreten.

Die Station Teysachaux, welche durch J. Cardinaux ausgebeutet wurde, hat eine grosse Menge Platten mit Fossilresten und Abdrücken geliefert, die fast alle in die Oostersche Sammlung gewandert sind. Die Ammoniten sind deswegen interessant, weil ihre weisse Schale auf dem schwarzen Thonschiefer abgedrückt liegt, und einzelne selten erhaltene Strukturmerkmale wie Mundöffnung, Aptychus, etc. erwarten lassen. Dies ist jedoch nicht auf jedem Stück in hervorragender Weise zu beobachten, weil die Platten etwas uneben sich spalten und die Einschlüsse dadurch geschädigt werden. Doch sind diese Ammoniten als Arten interessant; Am. cornucopiae, bifrons und serpentinus sind darunter besonders häufig.

In Fallbach bei Blumenstein wurden von E. Meyrat gute Abdrücke des Ammonites serpentinus und ebenfalls diesem Horizont angehörende, gut erhaltene Belemnitenarten ausgebeutet.

Aus der Lokalität Teysachaux (Déjatzo) sind noch etwelche Fisch- und Krebsenreste bemerkenswerth, die einer genaueren Bestimmung unterzogen werden sollten, wie Lepidotus, Eryon, Eugnathus und ein guter Abdruck von Loligo.

d) *Dogger. Nordzone.* Eine schöne Auswahl von Petrefakten des Doggers der Nordzone ist hier aus allen möglichen Lokalitäten zusammengebracht. Dann sind in den Schubladen viele werthvolle Sachen als weiter zu studirendes Material vorhanden. Beide Gruppen haben wir in dieser Beschreibung namentlich im Auge.

Die drei Doggerstufen von Bayeux, Bath und Kelloway zeigen uns ihre charakteristischen Formen aus dem Bereiche der Meerthiere,

Zunächst sind es die wohl erhaltenen Ammoniten und Belemniten aus den bekannten Eisenerzen des Unteroolithes von Aalen, Wasseralfingen und der mehr oder weniger eisenschüssigen, jurassischen und französischen Bildungen der Zone des Ammonites Murchisonae, die uns prächtige Exemplare aufweisen. So Ammonites Murchisonae von Aalen, Asselfingen, wie aus dem Aargau und dem Bernerjura (Soyhières); Ammonites Sieboldi von Aalen, Asselfingen, Wasseralfingen (Württemberg) und vom Frickberg; Ammonites Langi May. vom Frickberg; Ammonites Stauffensis von Asselfingen; Ammonites Desori (Abguss) von Frick; ferner Belemnites spinatus von Wasseralfingen; Bel. Rhenanus von Knutange (Moselle); Ostrea Marshi und flabelloïdes; dann Pecten, Lima, Avicula, Pholadomyen von denselben Lokalitäten.

Die obere Zone der Bayeuxstufe, welche in der Normandie mit Amnonites Parkinsoni charakterisirt ist, ist im Schweizerjura weniger reich und wird zum Theil durch Korallenbildungen vertreten. Wir haben desshalb zur Schau die prachtvollen Muscheln von Moutiers (Calvados) statt einheimischer Sachen aufgestellt. Die Reihe der Stephanoceren ist wohl nicht vollständig, doch können wir da Ammonites Humphriesi aus verschiedenen Lokalitäten, wie Mandach im Aargau, Am. Deslongchampsi von Mandach, Am. lenguiferus von der Champagne, Am. Blagdeni (Mandach), Am. microstoma (Normandie), Am. Parkinsoni (Moutiers) und Am. Garanti (Normandie), welche diese Stufe wohl charakterisiren, aufzählen, obschon einige Arten im Aargau in die folgende Stufe hinaufreichen. Ammonites Hommairei, eine seltenere Art ist vom Mont-du-Chat in Savoyen vorhanden. Von den schönen Gasteropoden von Moutiers (Calvados) mögen wir Pleurotomaria funiculata, mutabilis und conoïdea, Chemnitzia coarctata, Phasianella Saemanni, wie auch Pleurotomaria Bessina von Montmelon (Dr. Thiessing.) hervorheben. Die Acephalen sind in den Exemplaren vom Calvados ebenso schön erhalten und bezeichnend; Trigonia, Astarte, Arca, Panopaea und Homomya sind deren Hauptgenera. Einige schöne Echiniden wurden durch Hern P. de Loriol geschenkt, wie Acrosalenia Wittoni, Galeropygus agariciformis, Pygaster semisulcatus aus Crickley-Hill in England. Cidaris glandifera und pyrifera aus verschiedenen Lokalitäten, auch einige gute Korallenstücke des Calcaire à Polypiers von Salins fehlen nicht.

Als Bathammoniten sind hauptsächlich Am. arbustigerus, aurigerus, Martinsi, ferrugineus und Neuffensis aus dem Kanton Aargau, dann vier grosse Prachtstücke des Belemnites giganteus von Laufen in

Würtemberg, und wenige Gasteropoden hervorzuheben. Hingegen sind aus dem Berner Jura und dem Aargau eine grosse Anzahl von Acephalen, welche den Genera: Pholadomya, Homomya, Trigonia (prachtvolle Stücke der Trigonia costata von Mandach), Arca, Gervillia, Avicula, Lima, Pecten, Ostrea angehören, als werthvolles Studiummaterial vorhanden. Noch reicher sind die Brachiopoden, von denen mehr als dreissig Schächtelchen aller Arten wie: Terebratula ornithocephala, Waltoni, sphaeroïdalis, Mandelslohi, Meriani, Phillipsi, homalogaster, intermedia, maxillata, perovalis, lagenalis, diptycha, ferner Rhynchonella: plicatella, obsoleta, ringens, varians, concinna, Badensis, acuticosta und spinosa, angefüllt sind. Auch gibt es von den Echinodermen aus den sogenannten Discoïdeenmergeln vom Aargau und vom Baselland gute und schöne Arten den folgenden Genera angehörend: Discoïdea, Holectypus, Clypeus, Pygurus, Collyrites, Dysaster und Echinobrissus. Erwähnenswerth ist ferner ein prachtvoller Kelch des Apiocrinus Parkinsoni aus dem Bradfordclay von England

Im Kelloway finden wir eine zweite Anzahl von bezeichnenden Ammoniten, wie aus der Gruppe der Macrocephalen vom Frickthal, ferner vom Berner Jura und von Würtemberg, wie aus den Eisengruben von Channaz in Savoyen. Es sind Ammonites macrocephalus, tumidus, Herveyi, modiolaris, bullatus, microstoma, dann schön erhaltene Perisphincten, die sogenannten Triplikaten: Am. funatus und Backeriae, und die Reineckien: Am. anceps und Greppini, die alle in den untersten Lagern vorkommen. Aus den darüber folgenden Thonen mit Eisenoolithen stammen die kleineren verkiesten Fossilien von Würtemberg (Braunes Zeta) und aus dem Aargau, die für den Kelloway charakteristisch sind, als: Ammonites ornatus, bicostatus, Baugieri, hecticus, Lamberti, sulciferus, gracilis, athleta und Belemnites latesulcatus.

Ooster'sche Sammlung: Neben den Versteinerungen der Nordzone wurden diejenigen der Südzone aufgestellt. Hier ändert sich schon die Facies, indem wir vorzüglich mit Chephalopodenfaunen zu thun haben. Diejenige der Bayeuxstufe ist besonders reich an Exemplaren, welche in der Regel etwas plattgedrückt, immerhin noch gut bestimmbar sind, und desto interessanter, als man diesen Reichthum im Dogger des Jurazuges nicht findet. Es ist vor allen die Fauna von Sulzgraben, Rüfigraben, Blattenheid und Hohmad in der Stockhornkette hervorzuheben, dann eine ähnliche Suite aus den Freiburger Alpen, worunter die Fundorte von Dent de Lys, Cergnaulaz, Cheresaulettaz, Salettaz, Cierne aux Boucles, au Rosez bei Rossinières, Grand Ganet und Petit Ganet am Moléson, Trêmebach bei der Säge

(la Raisse, zwischen Niremont und Moléson), aux Echines, südlich vom Mont Cullon und Grand Caudon im Kanton Waadt u. a. m., besonders reich vertreten sind. Die wichtigsten Vorkommnisse sind Am. Humphriesi, Baylei, lenguiferus, Deslongchampsi, Braikenridgi, coronatus, anceps, Eudesi, Linnaei, Hommairei, tatricus, Kudernatschi, Demidoffi, subobtusus, viator, macrocephalus, Parkinsoni, Garanti, Gervillei, dimorphus, polymorphus, Brongniarti, Martinsi, hecticus, subdiscus, oolithicus, Romani, subradiatus und tripartitus, die alle der nämlichen Formation angehören und sowohl in der Stockhornkette als im Kanton Freiburg denselben Habitus zeigen. Es sind jedoch Am. Humphriesi und die nahverwandten Arten im Freiburgischen häufiger als am Stockhorn; hingegen ist die Gruppe der Heterophyllen in Blattenheid häufiger und dann ist Ammonites tripartitus überall characteristisch. Eine hübsche Reihe vom Rufigraben, Lägerli auf Blattenheid, Untermentschelen, 1851 von E. Meyrat ausgegraben, bilden die selteneren Ancylocerasarten die Herr Ooster in seinen « Pétrifications remarquables des Alpes suisses » als Ancyloceras Sauzei, Meyrati und tuberculatum abgebildet und beschrieben hat. Die Belemniten der Gruppe der Canaliculaten, B. giganteus, hastatus, Sauvanneaui, alpinus und baculoïdes sind auch reichlich vertreten, wie auch allerlei Aptychusformen, die jedoch nicht alle aus dem Dogger stammen dürften. Andere niedrigere Thierformen wie Inoceramen, Posidonien, Spondylen, Pecten, und werthvolle Brachiopoden, wie auch einige Spongien, können wir hier noch erwähnen.

Aus einem in den Hochalpen selbst vorkommenden schwarzen, körnigen, echinodermen-breccienartigen Kalk sind von Herrn Dr. v. Fellenberg am Resti- und am Faldumrothhorn, wie am Fusse des Balmhorns und am Lötschenpass Belemniten gesammelt worden, welche in die Gruppe der Canaliculaten ebenfalls gehören und die Doggerformation in dieser Region nachweisen.

Dann kommen die schönen bajocianischen Versteinerungen von Unterwasserlamm bei Meyringen, welche Prof. Baltzer dem Museum geschenkt hat. Es sind vorwiegend Acephalen wie Cardinia, Arca, Gervillia, Astarte, Pecten, Lima, worunter die neue Art Lima Bernensis. Dann eine Reihe Pholadomyen, Pleuromyen und Ceromyen, darunter die echte Ceromya concentrica; auch Ammoniten und Belemniten, als: Bel. giganteus, Ammonites Parkinsoni, Würtembergicus, Garanti, Eudesi und der typische Ammonites Murchisonae kommen in dieser Fauna zusammen vor.

Ein prachtvoll erhaltenes Stück des Ammonites Murchisonae aus einem ähnlichen Gestein wurde von einem Führer vom Hasliberg angekauft. Ebenso ein grosses Exemplar des Ammonites Baylei aus der Rothenfluh im Urbachthal.

Von Stufistein ist eine analoge Fauna vorhanden, die ebenfalls aus einem schwarzen körnigen Kalk herrührt und Ammonites Parkinsoni, Garanti, Humphriesi und tripartitus, nebst anderen mehr oder weniger bekannten Muscheln enthält.

Während die bis jetzt besprochenen Doggerversteinerungen der unteren Stufe angehören, haben wir noch von Stufistein die bekannten eisenschüssigen hämatitrothen Kalke und Eisenoolithe mit ihren Bathversteinerungen anzuführen. Zählen wir hier die wichtigsten Stücke nochmals auf. Die Gruppe der Perisphincten ist reichlich vertreten: Ammonites Martinsi, arbustigerus, aurigerus, Orion, Moorei; diejenige der Harpoceren nicht weniger typisch: Ammonites biflexuosus, subradiatus, hecticus; Belemniten, Pholadomyen, Astarten, Inoceramen, Pecten, Fischzähne etc. sind auch da. Die analoge Fauna hat Prof. Baltzer in der Rothenfluh im Urbachthal gefunden und ebendaher ist dazu noch Ammonites Gervillei und aspidoïdes beizufügen. Dann sind vom sogenannten Willsgrätli am Wetterhorn durch Dr. v. Fellenberg und Apotheker Lindt ebenfalls solche rothe Ammoniten aus dem Eisenoolith, so zum Beispiel ein prachtvoller grosser Ammonites arbustigerus (Dr. v. Fellenberg 1866) geschenkt worden.

Es gibt jedoch noch unter diesen Vorkommnissen von Stufistein und vom Mattenbach einige Versteinerungen aus einem schwarzen schiefrigen, zum Theil oolithischen Kalk, welche die Kellowaygruppe characterisiren, darunter Ammonites macrocephalus, Brongniarti und funatus bestimmt werden konnten.

Erwähnenswerth sind ferner noch einzelne Exemplare, die selten in den Alpen vorkommen, wie Amm. bicostatus vom Geissberg über Schaftenlauialp an der Gadmenfluh, dann Am. cfr. Duncani vom Erzeck (Balmereckhorn) und Am. suevicus, von der nämlichen Localität, die ohne Zweifel dem Kelloway angehören.

Ausserhalb der Vitrine sind ein grosses, fast 1 Meter im Durchmesser haltendes, rekonstruirtes Stück des Am. Eudesi aus dem Bajocien von Chapelle des Allières (Freiburg), und ein riesiges Exemplar des Nautilus intermedius aus dem Hauensteintunnel (H. Prof. Trächsel) aufgestellt.

e) *Malm. Nordzone.* Die reichhaltige Sammlung des Herrn Dr. Thiessing, welche der Staat Bern erwarb und die im Berner Museum deponirt ist, gab mir zu einer Neuordnung und Aufstellung jener schönen jurassischen Petrefakten neben dem schon früher vorhandenen Material zuerst Anlass. Es wurde immerhin nur ein Theil jener Sammlung aufgestellt, indem die Schubladen mit dem übrigen Material sich füllten. Es wurden diese Versteinerungen auch nicht mit denjenigen, die schon früher aus dem Kanton Aargau, Schaffhausen und aus Würtemberg vorhanden waren, vermischt, indem die Faciesunterschiede selbständige Faunen bilden. Es gibt eigentlich hier zwei Sammlungen im Museum, nämlich die aargauische pelagische Facies mit ihrer Cephalopoden- und Spongienfauna, und die französische Uferfacies mit Korallen und Gasteropoden; stellenweise gibt es sogar eine dritte, sogenannte Schlammfacies (Facies vaseux) mit Acephalen. Diese Faunengruppen wurden also nach der vermuthlichen Gleichartigkeit nebeneinander gestellt, so dass in jeder Stufe eine Gesammtfauna zur Darstellung gelangte.

Es ist in jener schwierigen Gruppe die Eintheilung von unten nach oben vorgenommen worden:

Oxford

Argovian . . { Birmensdorferschichten = Glypticien
Effinger und Geissberger Schichten = Dicératien

Sequan . . . { Crenularisschichten = Astartien
Wangenerschichten

Kimmeridge . { Badenerschichten = Strombien
Wettingerschichten = Virgulien

Portland.

α. Oxford. Die verkiesten Versteinerungen des Oxfordmergels sind durch eine gute Sammlung aus Delsberg und französischen Lokalitäten vertreten, und konnten nur zum Theil aufgestellt werden. Man findet in den Schubladen vollständigere Serien von kleinen zierlichen Ammoniten- und Gasteropoden-, Acephalen-, Brachiopoden- und Echinodermenarten, die schon längst bekannt und beschrieben worden sind. Die meisten Exemplare des Berner Museums sind von Herrn Dr. Thiessing, wie früher von einem Studenten Rais in Châtillon gesammelt worden. Besonders schön sind Ammonites Babeaui, Eugenii, caelatus, Mariae, cordatus, Eucharis, Henrici und Hersilia. Einige Crustaceenreste sind auch vorhanden, doch fehlen Fischzähne und Cicadeenfrüchte.

Zur Vergleichung mit unseren schweizerischen Vorkommnissen sind einige prachtvolle grössere sehr werthvolle Stücke von Dives (Calvados) von Herrn Banquier Burkhard - Gruner in Bern geschenkt worden : Ammonites Babeaui, grosses verkiestes Exemplar, Ammonites Duncani, Ammonites ornatus, Am Lalandei, Am. Southerlandiae, Am. cordatus, Nautilus hexagonus, im ganzen 10 Exemplare. Eine Reihe Acephalen ist auch tadellos: Ostrea dilatata, Ostrea gregaria, Trigonia clavellata und costata, Mytilus, Perna etc.

Die entsprechende Fauna aus dem Kanton Aargau, aus einem rostfarbigen Thonkalk, ist sehr gut vertreten und weist die eben genannten charakteristischen Ammoniten auf. Bemerkenswerth sind Ammonites Lalandei von Bötzen, Ammonites pustulatus von Hornussen, und besonders viele Exemplare der Ammonites cordatus, sulciferus, plicatilis und Martelli von Bötzen, Hornussen und Wölfliswyl. (Von Herrn Dr. Mösch 1854 gekauft).

Eine analoge Fauna weisen einige Exemplare von Dijon und dem Kanton Neuenburg auf.

Das eigentliche Terrain à Chailles ist nicht durch grossen Reichthum vertreten, doch sind die Leitfossilien jener beschränkteren Bildung aus St. Ursanne, Montfaucon, La Pâturatte bei Tramelan in der Thiessing'schen Sammlung repräsentirt. Einige Exemplare sind selten und bemerkenswerth; so zunächst ein typischer Ammonites Toucasi oder transversarius aus der grossen Mergelgrube (marnière) von Montfaucon, wohl das einzige Stück, das bis jetzt im Terrain à Chailles entdeckt wurde; dann eine mit Ammonites Lalandei nahverwandte Art, ebenfalls von Montfaucon; ein grosser, ausgewachsener Ammonites cordatus vom Thiergarten bei Delsberg, und A. perarmatus von Vellerat; ferner grosse Stücke der sogenannten Chailles mit schönen Stielen des Millericrinus echinatus und horridus von Oberlarg, ein anderes mit verkieselten, chalcedonartigen Schalen einer Gervillia von La Croix bei Porrentruy. Das sind alles grössere Schaustücke, die man in einer Sammlung gerne sieht. Von den kleineren Fossilien sind besonders Terebrateln und Rhynchonellen häufig. Die Crinoïden wurden von Herrn P. de Loriol bestimmt und abgebildet. Die Pholadomyen, Pleuromyen, Perna, Modiola und die Austern fehlen bei jener schlammigen Fauna natürlich nicht.

β) Argovian. Mit dem Auftreten des Ammonites transversarius in den obersten Bänken des Terrain à Chailles tritt eine neue Cephalopodenfauna auf, die man weiter nach Süden, sowie im Aargau durch

einen grösseren Reichthum an Ammoniten entwickelt findet, und die man längst zu der Oxfordgruppe gerechnet hat, obgleich fast alle Arten verschieden und abgeleitet erscheinen. Es ist diese die sogenannte Birmensdorferfauna, welche hauptsächlich durch Oppel und Mösch beschrieben wurde.

Schon lange ist eine gute Reihe aus verschiedenen Lokalitäten des Kantons Aargau und des südlichen Jura im Berner Museum vertreten; wir können hier nur die bezeichnendsten anführen. Aus den Brachiopoden finden wir grosse Stücke der Terebratula bisuffarcinata von Nantua, Waldheimia fallax, Terebratella loricata, Mergelea pectunculus; dann viele Ammoniten, deren seltenere nur Abgüsse sind: Ammonites Manfredi, Frickensis, Birmensdorfensis, Meriani; in den Schubladen hingegen eine Menge von Ammonites plicatilis, Martelli, arolicus, canaliculatus, callicerus, Anar, welche die Variationen der Ammoniten zu studiren erlauben. Dasselbe gilt auch von den Spongien, mit welchen mehrere Schubladen gefüllt sind. Ein schöner Ammonites Schilli von Birmensdorf muss noch erwähnt werden.

Die Korallenfacies der Aargaustufe beginnt in den nordwestlichen Ketten des Jura mit reichhaltigen Schichten, die in Liesberg und am Fringeli bei Bärschwyl besonders schön entwickelt sind. Die Bildung wurde nach dem zum ersten Mal auftretenden Glypticus hieroglyphicus: « Glypticien » genannt, und ist mit dem darunter liegenden Terrain à Chailles eng verbunden. Die Fauna hat mit den gleichaltrigen Versteinerungen Birmensdorfs ausserhalb der Cephalopoden, die hier zu den Seltenheiten gehören, nichts Gemeinschaftliches. Die Facies ist so verschieden, dass selbst die Echinodermen der beiden Bildungen, ausgenommen in einzelnen intermediären Lokalitäten, sich gegenseitig ausschliessen. Die letztgenannten Thierformen sind aber besser in den Liesberger-, als in den Birmensdorferschichten entwickelt. Dazu treten hier die Korallen mit einigen Kalkspongien auf, welche im Berner Museum ziemlich gut vertreten sind. Unter den Crinoïden der Thiessing'schen Sammlung sind mehrere Originalstücke, besonders schöne Kelche von Millericrinus Milleri, Apiocrinus polycyphus und mehrere Stiele anderer Arten, welche selten sind. Ebenso die Echiniden, von denen ich nur einen prachtvollen Cidaris florigemma (Liesberg), Pygaster tenuis (Develier) und Stacheln des Cidaris cap-rimontana (Thiergarten) hervorheben will. Dann sind Ostrea, Pecten, Lima, Trigonia und Mytilusarten mit ihren verkieselten Schalen

ausgewählte und leicht bestimmbare Fossilien. Amnoniten sind keine vorhanden.

Der eigentliche Korallenkalk von La Caquerelle und von St. Ursanne ist auch durch schöne Vorkommnisse repräsentirt. Vor allem sind es Nerineenarten, die jetzt von den Herren P. de Loriol und Dr. Koby beschrieben werden; dann Diceras, Arca, Lucina, Pecten und Austernformen, die in jenen weissen kreidigen Kalken schön erhalten sind. Terebrateln gehören zu den grössten Arten. Besonders wichtig sind die Korallen, deren Monographie durch Dr. Koby bereits vollendet ist, und einen grossen Artenreichthum im Berner Jura aufweist. Sie sind leider nicht alle im Berner Museum vorhanden.

Die subpelagische Schlammfacies der Aargaustufe ist durch die Einschlüsse der aargauischen Geissbergerschichten repräsentirt. Es sind von Dr. Mösch dem Museum zahlreiche Pholadomyen, Goniomyen, Panopaeen, Tellinen, Cardien und Ostreen vom Geisberg, von Kienberg und von Aarau verkauft worden. Es gibt aber in diesem oberen Niveau, den Randen vielleicht ausgenommen, wenige Cepha. lopoden. Nur einzelne Ammoniten, als: Ammonites horridus (Abguss) vom Geissberg, Ammmonites semifalcatus von der Lägern, Ammonites bimammatus von Gratfelsen (Würtemberg) sind da vorhanden. Vielleicht mögen die würtembergischen Ammoniten des Lochenfels bei Balingen, von Urach, und einzelne Vorkommnisse des Randen, wie auch viele Spongien, die zahlreich im Berner Museum vertreten sind, hieher gehören.

γ. Sequan. Von den darüber folgenden Crenularisschichten sind sehr werthvolle Sachen aus der Thiessing'schen Sammlung vorhanden. Hier kommen Glypticus hieroglyphicus und andere Echiniden des Glypticien in etwas abgeänderten Formen nochmals vor; so auch Cidaris florigemma, gewöhnlich mit dünneren Stacheln; Hemicidaris intermedia und stramonium sind eher als H. crenularis charakteristisch. Dieselben sind von Locle repräsentirt; Echinus perlatus, prachtvolles Agassiz's Originalstück, aus dem Münsterthal; Cidaris crassissima vom Graitery, ferner Pygurus Blumenbachi von Dittingen, sowie die grossen Pygaster patelliformis von Laufen, gelten immer als vorzügliche Sammlungsexemplare. Herr Dr. Thiessing hat im Astartien von Bellevue bei Porrentruy prachtvolle Crinoïdenkelche und Stiele entdeckt, welche von P. de Loriol in seiner Monographie der Crinoïden beschrieben wurden. Sie sind also Originalstücke geworden und gehören zum Theil neuen Arten an. So Millericrinus Studeri, Thiessingi, Hoferi,

Apiocrinus Meriani, Roissyi, Antedon Gresslyi u. a. m., trifft man in jener Gruppe an.

Mit den Crenularisschichten besitzt die Astartenfacies des Berner Jura, deren Crinoïden bereits besprochen wurden, nähere Beziehungen. Dieselbe weist viele Vorkommnisse von Bressaucourt, Porrentruy, Delémont, Dittingen und Wangen auf, die alle für die Sequanstufe bezeichnend und im Museum gut vertreten sind. So gibt es viele Natica-, Nerinea-, Gresslya-, Pholadomya-, Cardium-, Trigonia-, Astarte-, Pecten-, Lima-, Ostrea-, Rhynchonella- und Terebratulaarten, deren einzelne fast identisch sind mit den früher besprochenen Spezies des Argovian und des Oxford. Die dieser Stufe angehörenden Ammoniten sind vom Randen durch schwer unterscheidbare Formen wie Am. polyplocus und polygyratus, etc. vertreten.

δ) *Kimmeridge.* Betrachten wir hier zunächst die Cephalopodenfauna, welche die Badenerschichten geliefert haben, von der eine kleine Sammlung von Baden und von der Lägern aufgestellt ist. Einzelne Stücke sind nur Abgüsse, doch gibt es viele gut erhaltene Exemplare, die zu den charackteristischen und selteneren gehören. So Ammonites Heeri, stephanoïdes, trimerus, Eudoxus, Kapffi, thermarum, Balderus, lepidulus, Moeschi, Doublieri, Randenensis, Lothari, Guentheri, Schmidlini, platynotus, acanthicus, trachynotus, Laffoni, Fialar, nimbatus, cyclodorsatus und tenuilobatus, daneben eine Reihe Brachiopoden, Echiniden, Crinoïden und Korallen, die zum Theil aus Würtemberg und Bayern herrühren und jedenfalls in diese Gruppe gehören.

Die gleichaltrige Schlammfauna hat Pruntrut aus den von Thurmann zuerst *Strombien*, dann *Ptérocérien* genannten Schichten, welche durch Herrn Dr. Thiessing ausgebeutet wurden, geliefert. Diese mit Pteroceras Oceani, Pholadomya hortulana und Cardium Banneianum charakterisirte Fauna, wurde mit Thurmann's und Etallon's Lethäa bruntrutana bestimmt und ist im Museum ziemlich reich repräsentirt. Man findet darin die häufigsten wie auch die schöneren Arten, deren Aufzählung man uns hier zu unterlassen gestatte.

Eine ältere, von Hâvre herkommende Sammlung (Consul Wanner 1849) ist nicht nur wegen der trefflichen Erhaltung bemerkenswerth, sondern auch weil wir darin eben die Muschelfauna von Porrentruy mit einzelnen Badenerammoniten vereinigt sehen, was uns von der Richtigkeit unserer Zusammenstellung überzeugt. Es sind neben den charakteristischen Pteroceras Oceani, Mytilus subpectinatus, Cardium Ban-

neianum, auch Ammonites Erinus und trimerus in einer und derselben Fauna vertreten.

Von Courtedoux bei Pruntrut ist eine Virgulien-Sammlung mit einigen guten Exemplaren vertreten. Hingegen sind deren von der eigentlichen Portlandstufe nur wenige vorhanden, was auch für den Purbeck gilt.

Eine gute Reihe von Fisch-, Krebs- und Cephalopodenabdrücken aus den Nusplinger- und Solenhoferplattenkalken musste wegen Platzmangel in den Schubladen eingereiht werden. Ebenso sind einige Repräsentanten der Moskauer-Virgulatuszone nicht aufgestellt worden.

Schöne Fischzähne und Schildkrötenpanzer lieferten auch die Steinbrüche von Solothurn dem Berner Museum, so findet man Machimosaurus, Pycnodus, Sphaerodus, Strophodus und Asteracanthuszähne nebst Knochen, die zu den zierlichsten Vorkommnissen gehören.

Grössere Exemplare wie Plesiochelys Etalloni, Fischköpfe von Solenhofen, ein ganzer Caturus furcatus, Eryonkrebse und Pterodactylenabgüsse wurden für sich in den oberen Vitrinen aufgestellt. Dasselbe gilt auch für die grösseren jurassischen Ammoniten, von denen folgende anzuführen sind: prachtvolles Stück des Ammonites Martelli von Wielun in Polen, geschenkt durch Herrn Prof. von Nencki, dann 4 grosse Planulaten vom Randen (Merklein) und ebendaher mehrere trichterförmige Spongien. Ferner mittelgrosse Planulaten aus Würtemberg, vom Randen, von Courtedoux und Courtelary, Ammonites Cartieri aus den Wettingerschichten der Lägern, ein schöner Ammonites perarmatus der Birmensdorferschichten von Bötzen (J. Fankhauser), 3 grosse Stücke des Nautilus giganteus von Courgenay bei Pruntrut, ein grosses Korallenstück aus dem Glypticien (Dr. Thiessing), Pecten ingens, Trichites gigantes von Movelier u. s. w.

e^2. *Malm. Ooster'sche Sammlung.* Hier finden wir eine prachtvolle und eminent reichhaltige Sammlung von Alpenpetrefakten. Es können darin einzelne Jurastufen wohl unterschieden werden; jedenfalls treten hier selbständige Faunen auf, die für sich aufgestellt werden sollten.

Die eigentlichen Oxfordpetrefakten lassen sich schon an dem Erhaltungszustande, sowie am glänzenden schiefrigen Gestein sicher erkennen. Sie sind meistens verkiest, wie im Berner Jura. Obgleich sie hier mehr oder weniger deformirt, langgestreckt und zerstückelt oder plattgedrückt vorkommen, haben sie ihre Merkmale und Verzierungen behalten, so dass sie eine sichere Bestimmung erlauben.

Diese Bildung ist hauptsächlich aus der Gegend von Brienz und Meyringen, so von der Axalp, Oltschialp und Iseltenalp, südlich von Brienz, vom Schwarzgrat am Schilthorn, vom Reichenbach, von Unterheid bei Meyringen, von der Gummenplanplatte an der Mägisalp, von der Gadmenfluh, vom Geisberg über Schaftenlauialp, von der Erzeck am Balmereckhorn, von der Engstlenalp, von der Tannenalp, von den Hundshörnern, östlich vom Kienthal und vom Brünig vertreten. Diese Fauna ist identisch mil derjenigen des Oxfordclay der Nordzone, wie besonders mit derjenigen des Berner Jura. Darin findet man hauptsächlich: Ammonites Mariae (Erzeck, Axalp, Gummenplanalp), Am. cordatus (1 Stück vom Brünig), Am. suevicus (Tannenalp, Axalp, Gadmenfluh), Am. oculatus (Brünig), Am. Eugenii (Axalp, Oltschialp, Gummenplanalp, Hundshörner, Erzeck), Am. sulciferus (Rosenlaui, Gadmerfluh, Brünig, Reichenbach, Ochsmatte bei Engstlen, Erzeck, Unterheid, Schwarzgrat, Oltschialp etc.), Am. plicatilis, grosse verkieste, schöne Stücke von Prof. Baltzer in Unterheid bei Meyringen gesammelt, Am. lunula, Delemontanus (Unterheid), Am. transversarius (1 Stück von Erzeck), Am. tortisulcatus (häufig an der Oltschialp), Am. tatricus und Zignodi (Oltschialp), Am. Christoli (Tannenalp). Ganz ähnliche Arten sind vom Grand-Meuveran und von Cheville im Kanton Waadt und Wallis vertreten: Am. Mariae, Eugenii, sulciferus, tatricus, tortisulcatus, nebst gestreckten und zerrissenen Belemniten etc.

Die von E. Favre bestimmte und beschriebene Fauna der rothen Kalke vom Kanton Freiburg und Waadt ist hier auch vertreten und zeichnet sich durch ihren Ammonitenreichthum aus. Belemnites hastatus muss nach den grossen vollständigen und schön erhaltenen Exemplaren von Perte à Bovay, Mifory, Tremettaz, Branleire, Grand Caudon etc., in jeder Region ziemlich häufig sein. Die besten Ammoniten sind nach Favre's Arbeit: Am. Arduennensis, Gruyerensis, Dornasensis, Martelli, Bachmanni, tortisulcatus, mediterraneus, Manfredi, polyanchomenon, arolicus, Erato, flexuosus, wie auch schöne Pectenarten, Collyrites Voltzi (Mifory) und C. Friburgensis (Grand Caudon).

Aus den grauen Kalken sind etwelche Exemplare, wie Ammonites bimammatus von Broc und Amm. Berrensis von La Roche, vorhanden. Es sind ferner grosse Handstücke einer grauen Breccie voll Petrefaktentrümmer wie Belemniten und Rhynchoteuthis von Les Hugonins und Cheresaulettaz, die wohl auch zum unteren Malm gehören, nebst anderen von J. Cardinaux gesammelten Sachen, deren Fundorte nicht immer genau angegeben sind, in den Schubladen zu finden. Erwäh-

nenswerth sind dann noch die Einschlüsse der hydraulischen Kalke von Châtel-St.-Denis (sous Chaudens), welche prachtvolle Belemnites Didayi und Coquandi, sowie wunderschöne Rhynchoteuthis Brunneri geliefert haben. Die nämliche Bildung von Châtel-Crésuz weist ebenfalls Rhynchoteuthis und Belemnitenarten, sowie ganze Stacheln der Rhabdocidaris trispinata auf.

Eine grössere Sammlung von Tithonversteinerungen ist auch aus dem Kanton Freiburg vorhanden, besonders schöne Ammoniten aus dem Wald bei Botterens, die viele Planulaten nebst Lytoceras und schöne Aptychus enthält. Dieselbe wird wohl, nebst den Funden von Châtel-St.-Denis und Dat am Niremont, das reichste Material aus dem Tithon der Alpen ausmachen.

Auch manche schwer bestimmbare Exemplare von verschiedenen Lokalitäten wie La Roche, Châtel-St.-Denis, Vallée du Hongrin, sowie italienische Sachen von Rovereto, Trient etc. wurden der Vergleichung wegen daneben aufgestellt.

Wir kommen jetzt zu den bekannten Bildungen, die von Tschan 1869—72 in der Nähe von Wimmis gebrochen wurden, nämlich zu den sogenannten « Mytilusschichten » und zum « Korallenkalk » von Wimmis, welche ich, ihrer Lagerung wegen, nebeneinander gestellt liess.

Die erst genannte Bildung ist im Berner Museum besonders reich vertreten und enthält ungefähr alles, was die Herren P. de Loriol und Schardt aus diesen Schichten publizirt haben. Man findet hier die ganze Reihe der Acephalen, von Elymus bis zu der Ceromya, die Herr de Loriol als concentrica bestimmt hat. Hemicidaris alpina ist in schönen Exemplaren da, sowie auch kleine verkümmerte Korallen. Alles stammt von der Burgfluh bei Wimmis, dann von der Pfadfluh und vom Bäderberg oberhalb Boltigen im Simmenthal und von einigen nahegelegenen Fundstellen. Erwähnenswerth ist auch von der Burgfluh bei Wimmis ein wohlerhaltener Ammonites Lothari.

Von der Simmenfluh, aus der berühmten Stelle des Korallenkalkes, hat die Ooster'sche Sammlung über 200 Schachteln voll Nerineen-, Cerithium-, Pileolus-, Patella-, Diceras-, Pachyrisma-, Cardium-, Corbis-, Astarte-, Pecten-, Ostrea- und Brachiopodenarten, aber nur wenige Korallen, die alle durch ihre dicken grauweissen Schalen charakterisirt sind, aufzuweisen. Dieselben wurden in Ooster's Werk «Le Corallien de Wimmis» beschrieben und abgebildet, so dass in jener Sammlung werthvolle Originale aufbewahrt werden.

Ein gut bezeichneter Horizont ist derjenige der Acanthicusschichten von Brienz, vom Giessbach, vom Ballenberg und Faulhorn, welcher durch Herrn Dr. Mösch studirt wurde. Derselbe hat auch die Versteinerungen des Berner Museums von diesen Fundorten als: Ammonites Lothari, subinvolutus, progeron, metamorphus, balnearius, inconditus, Strombecki, metamorphus, tenuilobatus (schöne Exemplare vom Giessbach), carachtheis, Fialar, tortisulcatus, acanthicus, bestimmt.

Grössere Exemplare, wahrscheinlich auch jenem Horizont angehörend, haben die sonderbaren Klippen vom Glastobel und Gschwendtobel im Kanton Schwyz, die zu den schönen und wohlerhaltenen Alpenammoniten gehören, geliefert.

Bern, im Mai 1891.

A. Baltzer.

Geologisches.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 20. Juni 1891.)

I. Beiträge zur Interglacialzeit auf der Südseite der Alpen.

Auf der Nordseite der Alpen ist eine Interglacialzeit sicher erwiesen, besonders durch das Profil von Höttingen, wo zwischen zwei Grundmoränen ein Pflanzenlager vorkommt, welches auf ein milderes Klima hinweist. Hierüber referirte der Vortragende in einer früheren Sitzung. Wenn es aber auf der Nordseite in der Glacialperiode einen Abschnitt mit etwas milderer Temperatur gab, wie wir sie heute haben, wo die Gletscher also noch weiter wie heute zurückgegangen sein mussten, so kann die Südseite der Alpen in dieser Beziehung keine Ausnahme gemacht haben; mit logischer Consequenz muss auch für sie eine Interglacialzeit angenommen werden.

Die italienischen Geologen, insbesondere Gastaldi und Stoppani, standen bisher der Annahme einer Interglacialzeit ablehnend gegenüber, wohl weil dadurch die Einheitlichkeit der Periode scheinbar gebrochen und zudem die Thatsachen durch blosse Annahme von Oscillationen vollständig erklärbar erschienen. Dazu kommt, dass es besonders günstiger, selten zusammentreffender Umstände bedarf, um den Beweis für eine Interglacialzeit zu führen. Es gehört dazu nicht nur der Nachweis zweier übereinanderliegender Moränen, sondern auch das Vorhandensein einer, ein milderes Klima erweisenden Flora in den trennenden Schichten. Trifft nur Ersteres zu, so kann immer nur auf eine Oscillation, wenn auch von längerer Dauer geschlossen werden, erst wenn die Flora dazu kommt, ist eine grössere Klimaschwankung erwiesen. So ist es in Innsbruck, wo nach Wettstein Formen wie Rhododendron ponticum sprechende Zeugen für ein milderes Klima sind.

Ich habe vorigen Herbst meine Nachforschungen nach interglacialen Schichten auf der Südseite fortgesetzt und mache darüber in Folgendem einige Mittheilungen:

1. Die Blätterthone von Cadenabbia.

Bereits im vorigen Winter berichtete ich über dieselben. Gegenwärtig kann ich meine Angaben noch ergänzen und mich im Allgemeinen dahin aussprechen, dass die Annahme interglacialen Alters für mich an Wahrscheinlichkeit gewonnen hat.

Die Blätterthone sind auch beim Bau der englischen Kapelle in Cadenabbia zum Vorschein gekommen. An der früheren Stelle, die jetzt vermauert ist, konnte ich an der Südecke deutlicher als früher ein Einfallen der Schichten unter 15—20° in den Berg (W. 20° N) beobachten, was bei glacialen Bildungen nichts Auffallendes hat, für eine Deltabildung aber weniger passen will. Unter der liegenden Moräne, wie ich sie beschrieben habe, traten noch 12' graugelben Sandes mit kleineren Geschieben von Granit, Glimmerschiefer, Verrucano und gekritztem Serpentin hervor.

Die Begehung der Umgebung ergab noch Folgendes: Ueber Cadenabbia und dem nahen Tremezzo liegt 6—700 Fuss höher eine beträchtliche mit Glacialschutt und Schotter bedeckte Terrasse. Von ihr ziehen sich Bachschluchten herunter, an deren Ausgang gegen den See hin Deltabildungen z. B. bei Tremezzo und nördlich von Cadenabbia abgelagert wurden. Ein Glied derselben ist die sogenannte Creta, auf welcher ein Theil von Tremezzo steht. In den Schluchten, z. B. in der von Tremezzo, bemerkt man mächtige Schotterablagerungen mit viel krystallinischem Material (Granit, Porphyr, Serpentin, Diorit), also echte Glacialschotter. Sie treten selbst am Gehäng z. B. bei der Ruine von Tremezzo auf und es frägt sich, ob hier nicht, besonders wenn wir die Verhältnisse bei Lecco berücksichtigen, ein einheitliches Schotterniveau vorliegt.

Moräne mit gekritzten Geschieben wurde im Thälchen südlich der Villa Carlotta, typische Seitenmoräne mit viel geschrammtem Material in der Höhe der Terrasse, auf der rechten Seite des Thälchens, welches nördlich von Cadenabbia einmündet, nachgewiesen. Auch Rundhöckerformen treten an der Nordseite dieses Thälchens oben hervor und weiter unten sind sie prächtig entwickelt am Vorgebirge von S. Martino.

Das Auftreten demnach von glacialen Kiesen und Schottern bei der Stelle der Blätterthone lässt annehmen, dass auch die die Blätterthone deckenden Kiese mit alpinem Material auf primärer Lagerstätte liegen. Ganz recentes Alter der Thone ist ausser durch die Lagerung auch dadurch ausgeschlossen, dass in den Villen der Umgebung nach bei einigen Gärtnern eingezogenen Erkundigungen weder Roth- noch Weisstanne, die in den Thonen auftreten, kultivirt werden.

Jedenfalls hat die Annahme interglacialen Alters bei näherer Prüfung eher gewonnen als verloren.

2. Die Blätterthone von Paradiso bei Lugano.

Dieser Fundpunkt von Blättern ist, wie nicht mehr zu bezweifeln, derselbe, der schon von Sordelli*), ferner von Schmidt und Steinmann**) erwähnt und bisher nach dem weiter oben liegenden Dörfchen Calprino benannt wurde. Er liegt 5 Minuten oberhalb der Vorstadt Paradiso, dort wo am Weg nach Calprino sich ein durch eine Pforte zugängliches Seitenthälchen nach dem Salvatore hinaufzieht. Gleich rechts befindet sich der dem Sindaco Busia von Calprino gehörige Anriss in den früher für Backsteine verwendeten Thonen.

Zu unterst liegen 15 Meter graue, geschichtete, glimmrige Thone, dann folgen auf der erodirten Oberfläche, derselben diacordant auflagernd, 5 Meter Moräne mit vorwiegend kalkigem, gut geschrammtem und wenig krystallinischem Material. Wo sich beide berühren, ist der Thon bis auf 6' Tiefe ganz von gekritzten Geschieben erfüllt und in der That mit dem Glacialen vermengt, ein brillantes Beispiel von Aufarbeitung der Unterlage durch den Gletscher. Hierauf bezieht sich wohl Sordelli's Angabe des Uebergangs der Thone in Moräne.

Herr Dr. Ed. Fischer hat die Güte gehabt, die von mir gesammelten Blätter zu bestimmen. Er schreibt mir darüber Folgendes:

«Die Blätter von Lugano, die ich zur Untersuchung erhielt, waren meist in Form von Abdrücken erhalten, bei manchen noch mit Ueberresten organischer Substanz, indess war die letztere nicht so beschaffen, dass man durch ihre mikroskopische Untersuchung Anhaltspunkte für die Bestimmung hätte gewinnen können. Die letztere musste also ausschliesslich nach äusseren Merkmalen vorgenommen werden.

*) Atti soc. ital. di scienze naturali. Vol. XXI.

**) Umgebung von Lugano in Eclogae Geol. Helv. Bd. II. p. 55.

Die Hauptmasse des Materials*) bestand aus Blättern von

1. *Fagus silvatica.* Form und Berippung dieser Blattreste stimmen so vollkommen mit derjenigen recenter Buchenblätter überein, dass an der Identität nicht gezweifelt werden kann. — Auch Sordelli gibt für die Fundstelle von Calprino bei Lugano Fagus silvatica als die bei weitem vorherrschende Art an**).

2. *Acer Pseudoplatanus L.* 3—5 Blätter, von denen wenigstens zwei hinreichend erhalten sind, um völlige Uebereinstimmung mit den recenten Blättern dieser Art erkennen zu lassen. Sordelli hat in Calprino ebenfalls ein Blatt von Acer Pseudoplatanus aufgefunden.

3. *Ulmus campestris L.?* Ein Blatt, dessen oberer Theil erhalten ist und recht gut mit U. campestris stimmt; da aber die durch ihre Unsymmetrie charakteristische Basis nicht erhalten ist, so bleibt doch noch etwelcher Zweifel bestehen.

4. *Abies pectinata D.C.?* Weisstanne. Eine einzelne Nadel, die soweit gut mit denjenigen der Weisstanne stimmt, aber natürlich für sich allein keine sichere Bestimmung zulässt.

5. *Rhododendron ponticum L.* Es befinden sich unter dem vorliegenden Material mehrere Blattstücke, die in ihrer Form und Berippung mit grossblättrigen Rhododendron-Arten gut übereinstimmen. Nachdem durch Wettstein in den interglacialen Ablagerungen von Höttingen bei Innsbruck Rh. ponticum nachgewiesen ist, liegt es nahe, auch die vorliegenden Blattreste mit dieser Art zu identificiren, um so mehr, als sie sowohl mit recenten Blättern derselben, als auch mit solchen von Höttingen recht gut übereinstimmen. Sordelli fand in quartären Ablagerungen von Pianico ebenfalls Rhododendronblätter, für die er die neue Species Rh. sebinense aufstellt; indess gibt er in seiner Mittheilung noch keine Beschreibung davon, er führt nur an, dass dieses Rh. sebinense dem Rh. maximum L. und ponticum L. sehr nahe steht.

6. *Philadelphus coronarius L.??* Ein Blatt von länglicher, stark zugespitzter Gestalt, dessen Berippung und Form derjenigen von Philadelphus coronarius recht gut entspricht, und zwar speziell derjenigen der Blätter blühender Triebe. Allerdings erscheint an unserem Exemplare der Blattrand ungezähnt, aber da der Rand nicht ringsum vollkommen erhalten ist, so ist das Vorhandensein von kleinen Zähnen nicht ausgeschlossen; übrigens sah ich auch Herbarexemplare aus

*) Mehr als 50 Blätter.

**) Sie kommt in der Umgebung jetzt nicht mehr vor.

Südtyrol, bei denen die Zähne sehr unscheinbar waren, ja auf grössere Strecken fehlten. Ein weiterer Unterschied, auf den aber wohl kein grosses Gewicht zu legen ist, bestand darin, dass in unserem Blatte das zweite Paar von Sekundärrippen etwas höher abgeht als bei den verglichenen recenten Blättern.

Das Vorkommen von Philadelphus coronarius in interglacialen Ablagerungen — obwohl meines Wissens bisher nicht constatirt*) — hätte an sich nichts Unwahrscheinliches, besonders in Gesellschaft von Rhododendron ponticum. Nach Engler**) kommt nämlich Ph. coronarius in zahlreichen Varietäten im *Kaukasus*, in Nordchina, der Mandschurei, Korea und Japan vor; ferner auch in Südeuropa bei Steyr, am Monte Baldo, bei Lucca, in Siebenbürgen entweder wild oder vollkommen eingebürgert.

7. *Picea excelsa Link.*, ein Zapfen, recht gut erhalten, in einem etwas abweichenden, mehr grauen Gesteine.— »

Die chemische Analyse von Hrn. Dr. H. Frey ergab 92,3% in HCl unlöslichen quarzigen, thonigen Rückstand, ferner im Gelösten 4,3% kohlensauren Kalk auf ursprüngliche Substanz berechnet (26,8% des Gelösten) und viel Eisen. Das Gestein ist demnach ein sehr quarzreicher, schwach kalkhaltiger, magerer Thon, von ähnlicher Zusammensetzung, nur kalkreicher als der Thon von Cadenabbia, aber besser stratificirt.

Das mikroskopische Bild war entsprechend ähnlich: Kieselnadeln von Süsswasserschwämmen und besonders Diatomeen (Cyclotellen) sind häufig.

Gestützt auf diesen Befund halte ich in Uebereinstimmung mit Sordelli die Thone von Paradiso für jünger als pliocän und vermuthe wegen der Lagerung und Flora sogar interglaciales Alter.

Dem Rhododendron ponticum, welches in Innsbruck, Paradiso und Pianico auftritt, kommt vielleicht für diese Gegend die Rolle einer interglacialen Leitpflanze zu.

Hiermit steht allerdings in Widerspruch die Angabe von Schmidt***), welcher die gleiche, als Mergel bezeichnete Ablagerung, gestützt auf

*) Zittel-Schenk, Handb. der Palaeontologie 2. Abth. p. 618 führt als fossil nachgewiesen nur Deutzia-Arten an.

**) Engler-Prantl, die natürl. Pflanzenfamilien III. Theil, 2. Abth. a, p. 71.

***) Eclogae Geol. Helv. Bd. II, pag. 55.

petrographische Analogien und auf durch Steinmann aufgefundene Foraminiferen, als pliocän und marin erklärt.

Wie mir indessen Prof. Steinmann auf direkte Anfrage mittheilt, kamen die betreffenden Foraminiferen (wenige Exemplare von Nonionina) gar nicht in unseren Schichten, sondern in den fetten Thonen der Ziegelei von Pampio westlich von Calprino vor.

Mir erscheint, wegen Analogien anderer Art, wie sie aus meinen Mittheilungen sich ergeben, und da ich Foraminiferen bis jetzt nicht wahrnehmen konnte, die Annahme quaternären, vermuthlich interglacialen Alters für diese Süsswasserbildung als die richtigere*). Der betreffende Gletscherarm reichte, wie Stoppani angibt, von Porlezza her, als Arm des Addagletschers zur Zeit des Höhestandes bis auf die Schulter des Salvatore. Dann aber wäre abweichend von Stoppani ein gänzliches Verlassen des Seegebietes und Zurückgehen bis in die Stammthäler anzunehmen. In dieser Zeit entwickelte sich die Flora von Paradiso, um später einer neuen Vereisung zum Opfer zu fallen).

Sind die Süsswasser-Thone von Paradiso und Cadenabbia, wie ich glaube, gleichaltrig, dürfen wir also die beiden Profile miteinander combiniren, so ist in der That den Eingangs erwähnten Anforderungen an ein interglaciales Profil vollkommen Genüge geleistet.

---

*) Nachträglich erhalte ich durch Vermittlung des Herrn Dr. Ed. Fischer eine verdankenswerthe Mittheilung von Hrn. O. Müller in Berlin, welche die letzten Zweifel bezüglich der Foraminiferen hebt. Derselbe hat die Thone in Bezug auf die darin enthaltenen Diatomeen untersucht und schreibt darüber:

«Die mir übersendeten Proben habe ich untersucht und glaube bestimmt aussprechen zu können, dass es sich um eine Süsswasser-Ablagerung handelt. Beweisend hierfür ist besonders das Vorkommen von Fragmenten einer Cymbella mit Stigma, wahrscheinlich C. tumida Bréb. oder C. helvetica Kützing, die ich mangels vollständiger Frusteln nicht näher bestimmen kann. Es findet sich ferner Epithemia turgida Kützing und var. granulata, welche allerdings auch im brackischen Wasser lebt, ferner Epithemia ocellata. Ferner finden sich Fragmente von Pleurosigma attenuatum W. Sm. und Campylodiscus noricus Ehr. Sehr häufig sind Fragmente von Stephanodiscus Astræa Grun. = Cyclotella Rotula Kütz., eben so häufig ist Melosira distans Kützing. Die Cyclotellen sind besonders durch Cyclotella Comta Kützing u. var. radiosa, Cyclotella operculata Kütz. vertreten, alles Süsswasser-Formen. Eine andere Cyclotella, welche vielfach vorkommt und durch 3—4 Punkte im Centrum ausgezeichnet ist, halte ich für C. antiqua W. Sm.

Das seltene Vorkommen vollständiger Frusteln und die starke Erosion derselben lässt übrigens auf starke Einwirkungen während der Ablagerung oder nach derselben schliessen».

II. Der Löss des st. gallischen Rheinthals.

Früher schon von Escher als Löss erkannt, neuerlich von Dr. Fr. Jenny untersucht, wurde er von letzterem als eine Ausnahme von der Penckschen Regel bezeichnet, wonach Löss auf innern Moränen auflagernd nicht vorkommen soll.

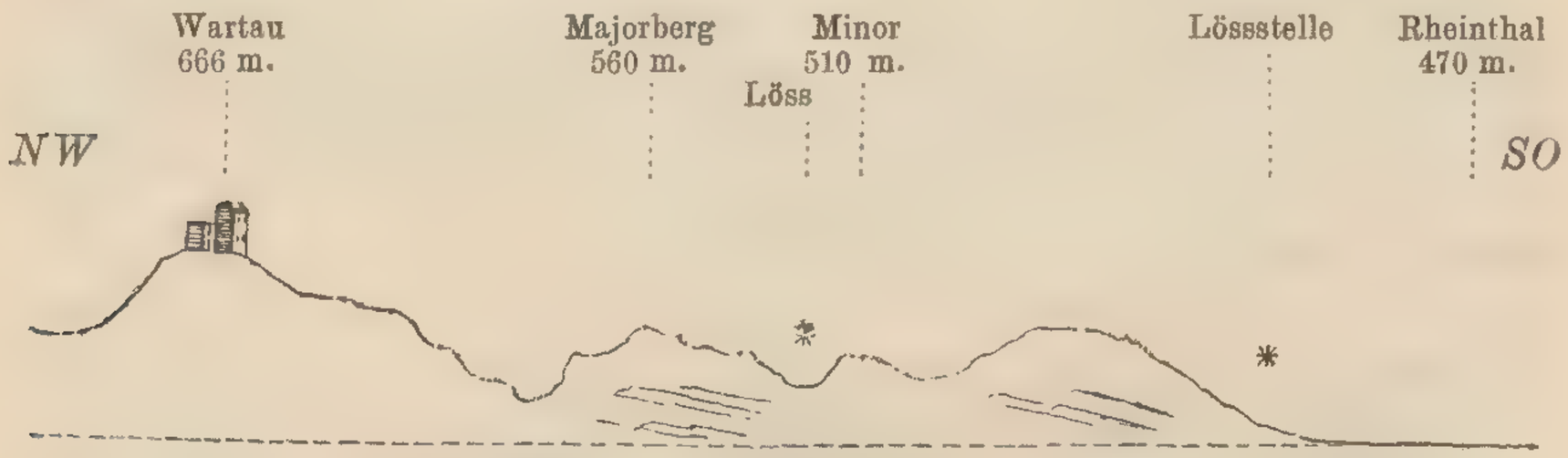


Fig. I. Ansicht des Major- und Minorbergs mit den beiden Lössstellen.

Ich benutzte eine Gelegenheit, die Hauptstellen an der «Landstrasse» und zwischen Major- und Minorberg zu besuchen. Letzteres sind zwei, vom alten Rheingletscher abgeschliffene gewaltige Kalk-Rundhöcker, die sich 90, beziehungsweise 54 m über die Rheinebene in der Nähe der alten Burg Wartau erheben (Fig. 1). Zwischen ihnen liegt 40 m über dem Rhein der Löss, bei 510 m. Die andere Lössstelle bei der Landstrasse ist ebenfalls markirt.

Im beigegebenen Profil dieser Stelle bedeuten:

Fig. II. Lössprofil im Sattel (510 m.) zwischen Major- und Minorberg.

1. Anstehende Kalkwand.
2. Sandiger Löss (a), z. Th. durch Vegetation verdeckt, ungeschichtet.
3. Lehmiger Sand 3' mächtig (b).

4. Lehm 2″ mächtig (c).
5. Sand 1′
6. Lehm ½′
7. Typische, lockere Grundmoräne des Rheingletschers mit geschrammtem Kalk und mit krystallinischen Geschieben.

Nr. 2 (unter der Felswand gesammelt), 3 und 4 des obigen Profils, wurden von Herrn Dr. Polikier analysirt, desgleichen eine Probe (d) des weiter östlich an der Landstrasse liegenden Lösses.

Sie ergaben (bei 110° getrocknet)

	a	b	c	d
Kalk	12.82	2.48	0.51	13.35
Kohlensäure	10.06	1.70	fehlt	10.65
Rückstand	71.08	92.40	93.27	71.11

In allen Proben wurden SiO_2, Al_2O_3, FeO, Fe_2O_3, MnO, P_2O_5, organ. Substanz und Wasser qualitativ nachgewiesen. Hiernach entspricht der Löss (a) mit 22% kohlensaurem Kalk, sowie der mit ihm nahe übereinstimmende Löss (d) mit 24% Kalk dem mittelrheinischen Löss. Es enthält z. B. Löss vom Siebengebirg nach Lepsius*) 22,38% Kalk.

Nr. 3 dürfte entkalkter Löss sein, die Bedeckung mit Vegetation gestattet nicht zu sehen, ob die Grenze gegen 2 scharf ist. Nr. 4 ist Lehm.

Hieraus geht nun zweierlei hervor: Thatsächlich liegt das, was schon Escher Löss nannte, auf jüngerer Grundmoräne. Ferner zeigt die Analyse, dass hier wirklich Löss und nicht Gletscherkreide, wie sie bei Bern häufig ist, vorliegt. Jenem Gebilde den Namen Löss abzuerkennen, weil es zur Theorie nicht passt, wonach Löss als interglaciales Gebilde auf jüngerer Moräne nicht vorkommen kann, scheint mir vorläufig nicht angerathen, um so weniger, als auch das mikroskopische Bild ganz zu Löss passt, wie mir der Vergleich mit Löss aus der Gegend von Mühlhausen zeigte. Es sind dieselben feinen, meist eckigen Quarzfragmente, die dort wie hier vorkommen. Die Verbindung mit Lehm und Sandschichten macht hier eine fluviatile Entstehung wahrscheinlich) und so dürfte in der That jene Regel auf fluviatilen Löss nicht anwendbar sein und der st-gallische Rheinlöss der späteren Glacialzeit, wie schon Escher meinte, angehören.

*) Geologie von Deutschland I. pag. 226.

III. Zur Herkunft der bernischen bunten Nagelfluh.

Bekanntlich hat Dr. J. Früh*) von Trogen in seiner epochemachenden Monographie der schweizerischen Nagelfluh zu zeigen versucht, dass die Gerölle der subalpinen Conglomerate ausschliesslich durch Strömungen hergeführt wurden, welche z. Th. aus den benachbarten Alpengebieten, zum Theil aber weit her aus Ost, Süd und Südost kamen, indem zur Miocänzeit die Wasserscheide unserer Alpen bedeutend weiter nach Süden gelegen habe. Früh hält die Annahme eines granitisch-porphyrischen Randgebirgs, von dem Studer unsere Nagelfluh ableitete, für überflüssig. Nach Früh stammen auch die Gerölle unserer bernischen Nagelfluh theils aus dem Aar- und Gotthardmassiv, theils bezüglich der fremdartigen Geschiebe von viel weiter her. Er sagt: «Der Gesammteindruck, den ich durch das Studium unserer Nagelfluh hinsichtlich ihrer Entstehung erhielt, ist der, dass die rothen Granite und Porphyre mit andern massigen Gesteinen grösstentheils von dem Eruptivgebiet Westtyrol (Botzen), Engadin, Veltlin, Lago Maggiore abstammen dürften».

Als ich voriges Jahr mich in Botzen aufhielt, benutzte ich die Gelegenheit, mir von den Kiesbänken der Eisack und des Sarnbaches eine Geröllsammlung anzulegen, um sie mit den Geröllen unserer Nagelfluh zu vergleichen. Ich habe sie dem hiesigen städtischen Museum übergeben.

Das Gesammtresultat war das, dass sich kaum eines dieser krystallinischen Gerölle mit unsern Nagelfluhgeschieben identificiren lässt, am allerwenigsten die massigen Eruptivgesteine, welche von unsern Porphyren, Melaphyren, Spiliten, rothen und grünen Graniten im Habitus durchaus abweichen. Ich füge hinzu, dass in unserem Theil des Aarmassivs nur Felsitschiefer, nicht anstehender Porphyr und auch nicht rother und grüner Granit gefunden worden sind, insbesondere kommt der pfirsichblüthrothe Gasterengranit in der Nagelfluh nicht vor. Quarzit, wie er am Belpberg ganze Bänke bildet, ist im Berneroberland anstehend eine Seltenheit. (Ein Riff unterhalb Guttannen).

Aus Obigem ziehe ich nicht etwa den Schluss, dass der citirte Früh'sche Satz unrichtig sei. Für die ostschweizerische Nagelfluh dürfte Früh den Nachweis erbracht haben. Dagegen glaube ich aussprechen zu dürfen, dass die Gebiete bei Botzen (Flussgebiete der

*) Beiträge zur Kenntniss der Nagelfluh der Schweiz in Denkschr. der schweiz. nat. Ges. Bd. XXX.

Eisack und der Sarn), auch überhaupt das ganze Porphyrmassiv von Südtyrol, einen Beitrag zu den massigen Gesteinen unserer bernischen Nagelfluh *nicht* geliefert haben. Es sind vielmehr die andern von Früh angezogenen Ursprungsgebiete, vor allen Bündten, ins Auge zu fassen. Ferner bleibt eine unbestreitbare Thatsache der Reichthum unserer Nagelfluh (z. B. der vom Thunersee) an unserem Aar- und Gotthardmassiv soweit bekannt fremden Graniten, Gabbro, Mandelstein, Porphyren, Granitporphyren, diallaghaltigen Serpentinen, rothem Jaspis u. s. w. Das blosse «Ausschwärmen»*), wie Früh es nennt, reicht doch wohl nicht aus. Solange dem nun so ist, kann auch die Studersche Hypothese vom Nagelfluh liefernden zerstörten Randgebirge in Verbindung mit den nachgewiesenen Strömungen und Ueberschiebungen noch nicht als abgethan betrachtet werden, und es erscheint überhaupt die Nagelfluhfrage, soweit sie das Aargebiet angeht, noch nicht spruchreif.

*) Loc. cit. pag. 48.

J. de Guerne.

Exploration du Forno de Graciosa (Açores).

(Vorgetragen in der Sitzung vom 29. Juni 1890.)

A propos de la communication du Dr. Koby, M. Jules de Guerne insiste sur le grand intérêt que présente l'étude des grottes. Pour s'avancer sur les eaux qu'on y trouve d'ordinaire, les sonder et les explorer au point de vue zoologique, il conseille l'usage des bateaux pliants en toile du système Berthon. Le plus petit modèle de ces embarcations, capable de porter deux hommes, pèse un peu moins de 30 kilogrammes, y compris son enveloppe en toile. C'est d'un canot semblable que M. de Guerne s'est servi pour étudier les lacs de l'archipel des Açores. Au cours de la quatrième campagne scientifique accomplie en 1888 par S. A. le Prince de Monaco sur son yacht l'*Hirondelle*, le bateau pliant a été précisement utilisé par M. de Guerne pour l'exploration d'une caverne, le *Forno*, dans l'île de Graciosa. — On donne ce nom de *Forno* à une vaste grotte, située sous la partie orientale du grand cratère ouvert au sommet de la montagne qui constitue le massif sud-est de l'île. Le *Forno* ne communique avec l'extérieur que par deux fentes, larges de 4 à 5 mètres sur 6 à 7 mètres de longueur environ, placées sur sa partie nord et orientées de l'est à l'ouest ; la plus étroite de ces ouvertures est seule accessible, c'est par elle qu'on pénètre dans la caverne. La descente à opérer est de 60 mètres à peu près, le long d'une paroi verticale qui s'incline même en arrière à un moment donné, de sorte que l'explorateur perd de vue le point d'attache de la corde destinée à lui servir de guide. Cette corde, solidement fixée à un pieu près de l'ouverture, est d'abord lancée jusqu'au fond de la caverne. La personne résolue à descendre dans le *Forno* se fait alors attacher sous les bras une autre corde qu'un habitant du pays, accoutumé à cette manœuvre, filera doucement pendant la descente et hissera de même à la montée. La

difficulté consiste en ce que l'inclinaison de la paroi de la grotte empêche les deux hommes de se voir. Celui qui entreprend la descente, saisissant la corde destinée à servir de guide, doit incliner tout le corps en arrière, de telle façon que les pieds viennent toucher le roc presque perpendiculairement.

Sept personnes, dont plusieurs matelots de l'*Hirondelle* ayant ainsi pénétré avec lui dans le *Forno*, M. J. de Guerne y fit descendre le canot pliant de l'*Hirondelle*. La caverne à peu près circulaire et large d'environ 200 mètres, est en effet occupée dans sa moitié sud, par un lac aux eaux limpides. Grâce à l'embarcation, des sondages méthodiques y ont été pratiqués, la température de l'eau prise à la surface et dans la profondeur, enfin des recherches zoologiques effectuées par divers procédés.

La faune terrestre du *Forno* a été également recueillie avec soin et M. Jules de Guerne y a trouvé, entre autres animaux intéressants, un Crustacé amphipode terrestre: *Orchestia Chevreuxi*, découvert par lui au cours de la précédente campagne de l'*Hirondelle*, dans une autre île des Açores, à Fayal.

J. H. Graf.

Betrachtung einer Function

mit

Rücksicht auf das Dirichlet'sche Princip.

In seiner trefflichen Einleitung zu «*Das Dirichlet'sche Princip* in seiner Anwendung auf die *Riemann'schen Flächen*» *) sagt *Carl Neumann*, dass man bei der Bestimmung einer Function von mehreren Argumenten mittelst gewisser Eigenschaften oder durch gewisse ihr auferlegte Bedingungen auf zweierlei achten müsse, solle die Function innerhalb eines gewissen Gebietes existiren können. Erstens ist darauf zu sehen, dass jene Bedingungen nicht zu viel verlangen; denn sonst würde eine denselben entsprechende Function überhaupt nicht existiren; zweitens ist aber auch zu beachten, dass jene Bedingungen nicht zu wenig verlangen; denn sonst wird die Function durch dieselben nicht bestimmt sein. Kurz gefasst sind somit die Bedingungen, die man einer Function auferlegt, zu discutiren

1° in Bezug auf ihre *Verträglichkeit*,

2° in Bezug auf ihre *Vollständigkeit*.

In allen Fällen, wo es sich um die *Vollständigkeit* der Bedingungen handelt, kann man sich einer Methode bedienen, die *Green* und *Gauss* vielfach benutzten; die Frage der Verträglichkeit der Bedingungen kann aber mittelst einer Methode untersucht werden, deren Princip von *Dirichlet*, deren weitere Entwicklung und glänzende Anwendung aber *Riemann* zu verdanken ist.

Bekanntlich ist es das sogenannte *Dirichlet'sche Princip*, von dem *Riemann* **) in seiner epochemachenden Abhandlung « Theorie der Abel'schen Functionen » ausgegangen und von dem aus er zu seinen glänzenden Untersuchungen gelangt ist.

*) Leipzig, G. B. Teubner 1865.

**) Siehe Borchardt's Journal für reine und angewandte Mathem. Bd. 54, 1857 B. Riemann's gesammelte Werke und wissenschaftlicher Nachlass. Herausgegeben, unter Mitwirkung von R. Dedekind, von H. Weber. Leipzig 1876. S. 89 u. f. f.

Dieses wichtige Princip, welches nicht nur das Fundament jener eigenartigen Theorie der Integrale algebraischer Functionen bildet und das auch in andern Richtungen für die Entwicklung der mathematischen Wissenschaften von grosser Bedeutung ist, lautet:

Wenn man einer Function u, welche die reelle Componente einer Function u + i v ist, längs des Randes der einfach zusammenhangend gemachten Riemann'schen Fläche bestimmte Werthe giebt und ausserdem im Innern für jene ächte Function u + i v sämmtliche Unstetigkeiten, seien es algebraische oder logarithmische, genau verschreibt, so giebt es immer eine Function, die zu u gesetzt

$$\int \left[\left\{ \frac{\delta u}{\delta x} - \frac{\delta \beta}{\delta y} \right\}^2 + \left\{ \frac{\delta u}{\delta y} - \frac{\delta \beta}{\delta x} \right\} \right] d x \, d y$$

zu einem Minimumswerth macht.

Mit andern Worten gesagt, oder möglichst kurz ausgedrückt: jene Function unter den gegebenen Bedingungen construirt, existirt und ist die einzige in ihrer Art.

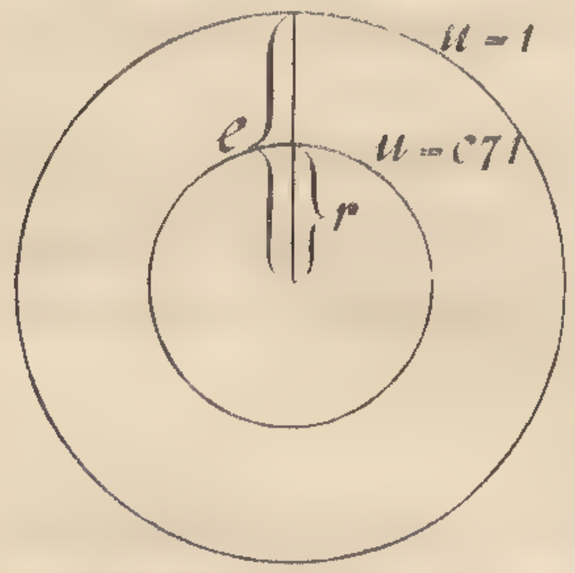
Es lässt sich nun zeigen, dass längs einer geschlossenen Curve von gewöhnlichem Zusammenhang die Bedingung für das Minimum sich reduzirt auf

$$\int \left(\frac{\delta u}{\delta y} d x - \frac{\delta u}{\delta x} d y \right) = 0$$

und dass schliesslich

$$d (u + i v) = \left(\frac{\delta u}{\delta x} - i \frac{\delta u}{\delta y} \right) d (x + i y)$$

ist, woraus hervorgeht, dass die Function u + i v eine Function der complexen Variablen x + i y ist. Damit also u unser Integral zu einem Minimum mache, muss u reelle Componente einer f (x + i y) sein.



Legen wir uns nun ein einfaches Beispiel, das zu Bedenken Anlass geben kann*), vor. Ich denke mir einen Kranz gebildet von 2 concentrischen Kreisen; der eine Kreis, derjenige, welcher den äussern Rand zu bilden die Aufgabe hat, habe den Radius e, wo e die Basis des natürlichen Logarithmen-Systems bedeute. Der innere Kreis habe den Radius r.

*) Vergleiche auch Riemann's gesammelte Werke, S. 47.

Nun habe die reelle Componente u unserer zu construirenden und dann zu discutirenden Function längs des äussern Randes des Kranzes, also längs des Kreises mit dem Radius e den Werth 1, und längs des innern Randes den constanten Werth $c > 1$, dann erhellt sofort, dass die Logarithmus-Function diejenige ist, die allfällig diesen Ansprüchen genügen könnte. Nehmen wir dies einmal an und setzen wir den noch ziemlich rohen Ausdruck

$$A\ Log\ (x + i\ y) + B \qquad (1.)$$

(wo A und B zu bestimmende Constanten sind) und zwar trachten wir A und B so zu bestimmen, dass die reelle Componente obigen Anforderungen genügt.

Beim äussern Rande wird, da

$$x + i\ y = \varrho\ e^{i\ \Theta}$$

gesetzt werden kann,

$$x + i\ y = e^{i\ \Theta} \cdot e = e^{i\ \Theta + 1},$$

der Ausdruck (1.) geht somit hier über in

$$A\ \mathrm{Log}\left(e^{i\ \Theta + 1}\right) + B = A\ (i\ \Theta + 1) + B \qquad (2.)$$

Die reelle Componente dieses Ausdrucks ist: A + B und nach unserer Bedingung soll sie = 1 sein, also

$$A + B = 1. \qquad (3.)$$

Beim innern Kreise ist $x + i\ y = r\ e^{i\ \Theta}$, weil $\varrho = r$, somit nimmt (1.) die Gestalt an

$$\begin{aligned} A\ \mathrm{Log}\ (x + i\ y) + B &= A\ \mathrm{Log}\ r\ e^{i\ \Theta} + B \\ &= A\ \mathrm{Log}\ r + i\ \Theta \cdot A + B, \end{aligned}$$

die reelle Componente ist folglich A Log r + B, sie soll = c sein, also folgt an diesem Rande die Bedingung:

$$A\ Log\ r + B = c. \qquad (4.)$$

Aus (3.) und (4.) erhalten wir, durch Subtraction,

$$\begin{aligned} A\ \mathrm{Log}\ r - A &= c - 1 \\ A &= \frac{c - 1}{Log\ r - 1} \qquad (5.) \\ B\ \mathrm{Log}\ r - B &= \mathrm{Log}\ r - c \\ B\ (\mathrm{Log}\ r - 1) &= \mathrm{Log}\ r - c \\ B &= \frac{\mathrm{Log}\ r - c}{\mathrm{Log}\ r - 1} \qquad (6.) \end{aligned}$$

Setzen wir nun (5.) und (6.) in (1.) ein, so hat man

$$(c-1)\,\frac{\mathrm{Log}\,(x+iy)}{\mathrm{Log}\,r-1}+\frac{\mathrm{Log}\,r-c}{\mathrm{Log}\,r-1}=\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c}\,(x+iy)^{c-1}}{\mathrm{Log}\,r-1}$$

als Ausdruck unserer zu suchenden Function.

Untersuchen wir nun, ob diese Function unsern Anforderungen genügt; nach dem Dirichlet'schen Princip existirt sie und ist sie die einzige Function, die denselben genügt.

Bei dem äussern Kreis ist $x+iy=e^{i\Theta+1}$, somit geht dort die Function über in

$$\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c\left(e^{i\Theta+1}\right)^{c-1}}}{\mathrm{Log}\,r-1}$$

Wir greifen die reelle Componente heraus: sie ist

$$\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c}\,.\,e^{c-1}}{\mathrm{Log}\,r-1}$$

$$\frac{\mathrm{Log}\,r-c+c-1}{\mathrm{Log}\,r-1}=\frac{\mathrm{Log}\,r-1}{\mathrm{Log}\,r-1}=1.$$

Unsere construirte Function genügt somit der ersten Anforderung, dass ihre reelle Componente längs des äussern Randes $=1$ sei. Beim innern Kreis: $x+iy=re^{i\Theta}$, somit geht die Function über in

$$\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c\left(re^{i\Theta}\right)^{c-1}}}{\mathrm{Log}\,r-1}$$

Die reelle Componente ist $=$

$$\frac{\mathrm{Log}\,r+\mathrm{Log}\,e^{-c}\,.\,r^{c-1}}{\mathrm{Log}\,r-1}=\frac{\mathrm{Log}\,r-c+c\,\mathrm{Log}\,r-\mathrm{Log}\,r}{\mathrm{Log}\,r-1}$$

$$=\frac{c\,\mathrm{Log}\,r-c}{\mathrm{Log}\,r-1}=\frac{c\,(\mathrm{Log}\,r-1)}{\mathrm{Log}\,r-1}=c$$

Die zweite Anforderung, dass unsere Function längs des innern Randes den Werth c zur reellen Componente habe, ist ebenfalls erfüllt, somit ist der Beweis geleistet, dass unsere Function nach den gestellten Bedingungen construirt ist.

Wir wollen nun ϱ beliebig variren lassen:

I. Es sei $\varrho = 1$, dann $x + i\,y = e^{i\,\Theta}$ also die Function

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log } e^{-c\left(e^{i\,\Theta}\right)^{c-1}}}{\text{Log } r - 1},$$

somit die reelle Componente

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log } e^{-c}}{\text{Log } r - 1} = \frac{\text{Log } r - c}{\text{Log } r - 1}$$

Nun aber ist $r < e$, also $\text{Log } r < 1$. Der Nenner ist somit negativ, c ist nach Voraussetzung > 1, also auch der Zähler negativ und entwickelt man, so ist

$$\frac{\text{Log } r - c}{\text{Log } r - 1} \text{ absolut} > c.$$

Da aber Zähler und Nenner negativ, so ist $\frac{\text{Log } r - c}{\text{Log } r - 1}$ ein positiver unächter Bruch $> c$. Wir wissen somit, dass für $\varrho = 1$ $u > c$ ist.

II. Setzt man $\varrho = \frac{1}{2}$, so wird u noch grösser und für $\varrho = \delta$, wo δ unendlich nahe bei 0, ist $u = \infty$.

III. Suchen wir nun den Radius ϱ, für welchen die reelle Componente $= 0$ ist. ϱ habe da den Werth α, dann ist die Function $=$

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log } e^{-c\left(\alpha\, e^{i\,\Theta}\right)^{c-1}}}{\text{Log } r - 1}$$

und die reelle Componente $=$

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log}\left(e^{-c} \cdot \alpha^{c-1}\right)}{\text{Log } r - 1} \qquad \frac{\text{Log } r - c + (c-1)\,\text{Log } \alpha}{\text{Log } r - 1}$$

Die Bedingung ist nun

$$\frac{\text{Log } r - c + (c-1)\,\text{Log } \alpha}{\text{Log } r - 1} = 0$$

$$\text{Log } r - c + (c - 1) \text{ Log } \alpha = 0$$

$$\text{Log } \alpha = \frac{c - \text{Log } r}{c - 1}$$

$$\alpha = e^{\frac{c - \text{Log } r}{c - 1}}$$

$$\frac{c - \text{Log } r}{c - 1}$$

Für den Radius $\alpha = e$ hat somit die reelle Componente unserer Function den Werth 0.

Aber Log $r < c$, $c > 1$, somit $\frac{c - \text{Log } r}{c - 1}$ ein positiver unächter Bruch, da $c - \text{Log } r > c - 1$, weil

$$\text{Log } r < 1$$

somit $\alpha > e$ an dieser Stelle.

IV. Lassen wir nun ϱ noch grösser werden als α, z. B.

$$\frac{c}{c-1}$$

$\varrho = e$, dann die Function

$$\frac{\text{Log } r + \text{Log } e^{-c\left(\frac{c}{c-1} \; i\,\Theta\right)} c - 1}{\text{Log } r - 1}$$

die reelle Componente

$$\frac{\text{Log } r - c + \frac{c}{c-1} \; c - 1}{\text{Log } r - 1} = \frac{\text{Log } r}{\text{Log } r - 1}$$

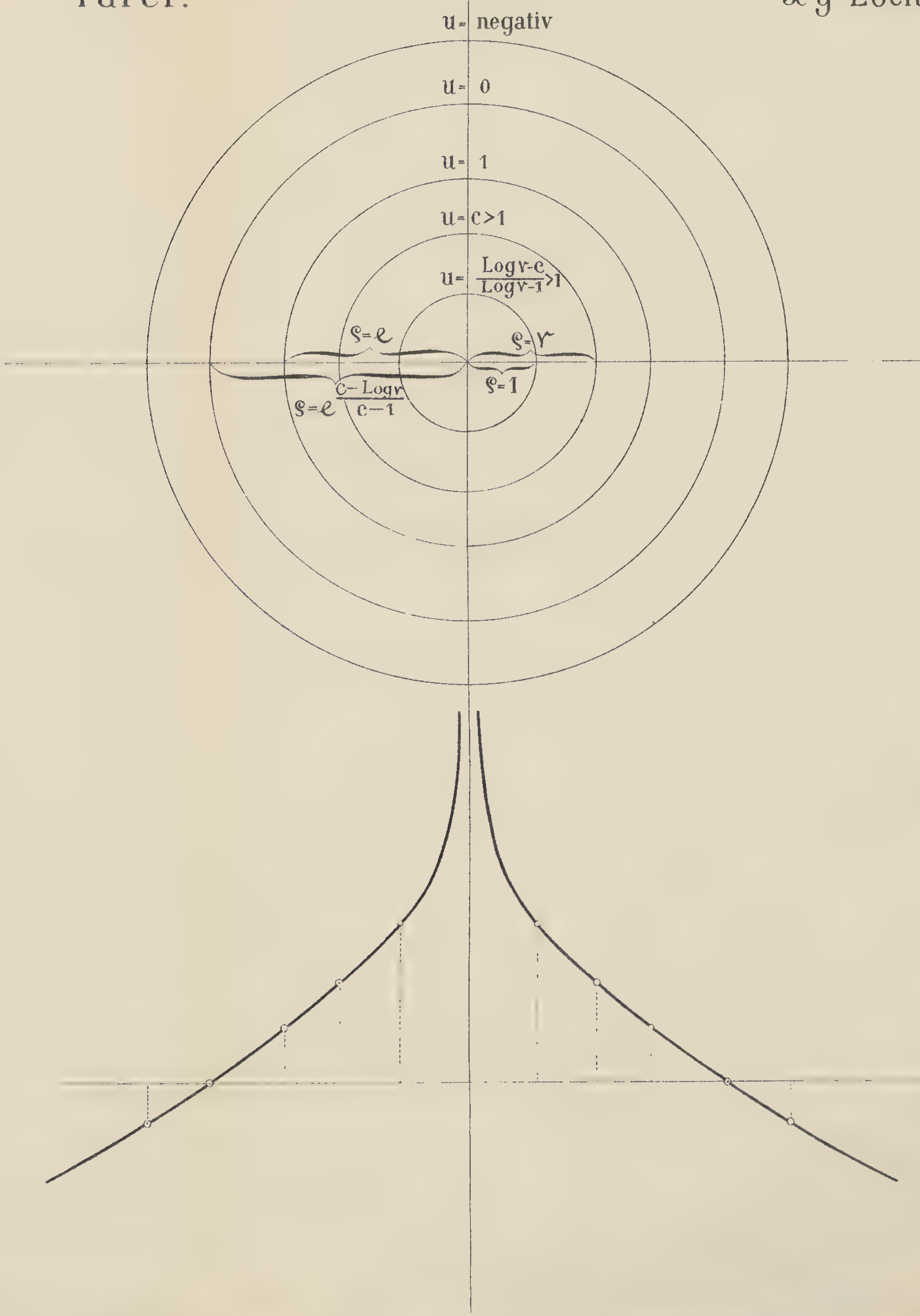
was negativ ist, denn Log $r < 1$.

Wird ϱ noch grösser, so bleibt u stets negativ und wird schliesslich unendlich gross.

In allgemeiner Form lässt sich *unsere betrachtete Function* so schreiben :

$$\frac{\text{Log } r - c + \text{Log } \left(\varrho\, e^{i\,\Theta}\right) c - 1}{\text{Log } r - 1}$$

Tafel.



xy-Ebene.

und die reelle Componente

$$\frac{\text{Log r} - \text{c} + (\text{c} - 1)\ \text{Log}\ \varrho}{\text{Log r} - 1} =$$

$$\text{Constante} + \text{Constante} \times \text{Log}\ \varrho.$$

Betrachten wir nach diesen Darlegungen die Werthe der reellen Componente als dritte Abmessung senkrecht zur x y - Ebene abgetragen, so hat man folgende Tabelle für ϱ und u:

	ϱ	u
1)	∞	∞
	$\frac{\text{c}}{\text{c} - 1}$	$\frac{\text{Log r}}{\text{Log r} - 1}$ negativ
2)	c	
	$\frac{\text{c} - \text{Log r}}{\text{c} - 1}$	
3)	e	0
4)	e	1
5)	r	$\text{c} > 1$
6)	1	$\frac{\text{Log r} - \text{c}}{\text{Log r} - 1} > \text{c}$
7)	δ	∞

Aus der Tabelle und zugehörigen Zeichnung (siehe die Tafel) geht hervor, dass die Funktion u sich zwischen den Grenzwerthen des Kranzes 1 und c continuirlich verhält, dass sie aber, je mehr ϱ sich δ nährt, wo δ unendlich klein, nadelförmig aufschiesst und discontinuirlich wird. Dasselbe findet statt, wenn wir den äussern Rand sich gegen den Horizont ausdehnen lassen. In beiden Fällen hört die betrachtete Function auf stetig sich zu verhalten, der Functionsbegriff wird zerstört. —

E. v. Fellenberg.

Erklärung.

In dem Bande unserer Mittheilungen vom Jahre 1889 habe ich einen Aufsatz publicirt, betitelt: «*Ueber den Flussspath der Oltschen-Alp und dessen technische Verwerthung.*» Darin wird das Benehmen der Krystallsucher M. Ott und C. Streich in Guttannen in abfälligen Worten besprochen bei Anlass der Erwähnung, dass nachdem auf Anstiften und auf Kosten des Herrn Professor Dr. Abbe in Jena, sehr umfassende und gründliche Untersuchungen und Nachforschungen nach Flussspath im Berneroberland vorgenommen worden waren, das reiche Material, welches diese Untersuchungen durch Entdeckung neuer Fundstellen zu Tage gefördert hatten, grösstentheils hinter dem Rücken des Autors der Untersuchungen auf den Markt gebracht wurde. Der Anlass das Benehmen der beiden Krystallsucher M. Ott und C. Streich strenge zu beurtheilen, war ein Brief des Herrn Prof. Abbe, der im betreffenden Artikel ebenfalls in extenso abgedruckt ist, worin der Herr Professor auf meine schriftliche Mittheilung von den grossartigen Funden an Flussspath im Frühjahr und Sommer 1886, die auf seine Anregung und auf seine Kosten gemacht worden waren, wörtlich schrieb: «*In diesem letzten Punkte haben mich Beide augenscheinlich hinters Licht geführt.*» In gerechter Entrüstung und im Interesse des Herrn Prof. Abbe habe ich nun im erwähnten Aufsatz mich einiger Ausdrücke gegen M. Ott und C. Streich bedient, die ich hier nicht anstehe *formell zu revociren*, was ich mit gutem Gewissen um so eher thun kann, als Herr Professor Abbe, der den Schaden zu tragen hatte, nicht nur sich niemals bewogen gesehen hat, gegen diejenigen, die ihn, wie er sich ausdrückt «*hinters Licht geführt haben,*» einzuschreiten, sondern im Gegentheil sich der intelligenten Hülfe der beiden Strahler M. Ott und C. Streich

bei den späteren Arbeiten auf der neu entdeckten Kluft am Oltschikopf noch weiters mit Erfolg bedient hat.

Nunmehr kann ich im direktesten Gegensatz zu meinem Urtheil über M. Ott und C. Streich in besagtem Aufsatz in den Mittheilungen der bernischen Naturforschenden Gesellschaft pro 1889 nur rühmend erwähnen, dass obgenannte Strahler in erster Linie in ganz gesetzmässiger Weise die schönsten Exemplare des neuentdeckten Flussspathes unserem Museum zuerst zum Kauf angeboten und freie Auswahl aus ihrem gesammten Material gestattet haben, wodurch unser Institut zu ganz annehmbarem Preis in den Besitz der herrlichsten Gruppen meergrünen Flussspaths gelangt ist, die überhaupt existirten.

J. H. Graf.

Notizen zur Geschichte
der
Mathematik und der Naturwissenschaften
in der Schweiz.

20. Herr Prof. *R. Wolf* erwähnt in seinen Notizen zur Kulturgeschichte der Schweiz (siehe Nr. 371, Bd. XXX der Zürcher Vierteljahrschrift) auch das Büchlein:

«*Neue Uebung der Feldmesskunst. So wol auff dem Papier als auff «dem Feld. In einer neuen Ordnung und besonderen Manier auffgesetzt. «Von Hrn. Ozonam, Professore Matheseos. Oder*

«*Nouvelle pratique de la Géométrie, Sur le papier et sur le terrain. «Avec un nouvel ordre et une méthode particulière. Par Msr. Ozonam, «Professeur des Mathématiques. A Berne, Dans l'imprimerie de Leurs «Excellences Par André Huguenet 1699*».

Wolf spricht von dem Werklein als einer ausserordentlichen Seltenheit; das Exemplar, das ihm bekannt war, gehörte Hrn. Stadtgerichtspräsidenten *Escher* in Zürich und war 1713 im Besitz des hauptsächlich für Bern wichtigen Kartographen *Joh. Adam Rüdiger*. In meinem Besitz sind zwei tadellose Exemplare. In Graf III$_1$, S. 7 habe ich die Ansicht vertreten, dass dieses Werklein, mit deutschem und französischem Text, 187 S. stark in klein 8°, bei dem besonders die prachtvollen Kupferstiche, welche die behandelten Aufgaben illustriren, sehr in die Augen fallen, kaum in Bern gedruckt worden sein dürfte. Ich sagte damals:

«Es ist sehr auffällig, dass, trotzdem das Büchlein in Bern bei «*A. Huguenet* gedruckt sein will, sich nirgends eine Spur von dem-«selben erwähnt findet, während sonst damals in Bern der Druck «jedes andern Buches wohl angegeben und von der Censur erlaubt «ward. Wenn man das Büchlein durchblättert und den feinen Druck «bemerkt, so drängt sich einem der Gedanke auf, dass die Angabe «A Berne, Dans l'imprimerie de Leurs Excellences» eine fictive ist», und ich sprach schon damals die Vermuthung aus, dass wir wahrscheinlich ein Werklein vor uns haben, das zu Gunsten des Bernischen Offizierskorps, von welchem ja viele Mitglieder ihre militärische Carrière schon dazumal in Holland machten, abgefasst wurde. Wenn es aber wirklich in Bern entstanden wäre, dann könnte nur der intel-

ligente Provisor *Jakob Küntzi,* der zu jener Zeit mit Erfolg in Bern in Mathematik unterrichtete, der Autor sein. Wenn ich also über die *Provenienz* des Werkes noch im Zweifel war, *so bin ich es heute nicht mehr und zwar aus folgenden Gründen:*

Der Verfasser ist unrichtig angegeben; er heisst Ozanam statt Ozonam; das ist aber auch falsch! Richtig ist, dass Ozanam 1784 «La géométrie pratique etc.» in 12⁰ herausgegeben hat, *dass aber das vorliegende Werk mit jenem von Ozanam nichts gemein hat,* sondern auf ein Werk eines andern Verfassers hinweist, *dass der Autor somit fingirt und falsch angegeben worden ist.* Die in Bern 1699 herausgekommene Feldmesskunst hat als Vorlage ein Werk, das am 17. November 1668 in Paris erschienen und von *Leclerc* verfasst ist. *Sebastian Leclerc,* Zeichner, Kupferstecher und Ingenieur-Geograph in Paris, dann Professor der Perspektive an der königlichen Malerakademie, wurde am 26. September 1637 in Metz geboren und starb am 25. October 1714 in Paris. *Poggendorff* gibt unter anderm als sein Werk an: Traité de géométrie, 12⁰, Paris 1669. Diese Angabe ist falsch oder wenigstens ungenau. Das Werk S. Leclerc's heisst: «Pratique de la Géométrie sur le «papier et sur le terrain. Ou par une méthode nouvelle et singulière «l'on peut avec facilité et en peu de temps se perfectionner en cette «science». Ich bin zwar nicht so glücklich gewesen, die erste Auflage von 1669 acquiriren zu können, jedoch kam ich, gelegentlich eines Besuches in Paris, 1889, in Besitz einer Ausgabe von 1682. Im königlichen Privilegium, das am 7. October 1668 verliehen wurde, heisst es: «il est permis à *Thomas Jolly,* Marchand-Libraire à Paris de faire imprimer un Livre intitulé, *Pratique de la Géométrie sur le Papier et sur le terrain* **composé** *par le Sieur Le Clerc* » *etc.*

Mein etwas defektes Exemplar einer Auflage von 1682 gehörte einem gewissen *Leroux.*

S. Leclerc widmete sein Werk dem *Marquis de Seignelay,* dann bespricht er Seite 1—44 die Herkunft, den Nutzen und die Principien der Geometrie, gibt einige Definitionen und Axiomata. Das erste Buch S. 45—76 handelt von der Konstruktion der Linien, 14 Aufgaben; leider fehlt, offenbar durch ein Versehen, die Kupfertafel zur ersten Aufgabe. Das zweite Buch, S. 77—108, handelt von der Konstruktion der ebenen Figuren, 15 Aufgaben. Die Kupfertafel zu Aufgabe II fehlt auch hier, ebenso Aufgabe 16, welche in der Berner Ausgabe vorhanden ist. Das dritte Buch, S. 109—141, behandelt die einem Kreis und Vielecken inbeschriebenen Vielecke in 15 Aufgaben. Bei Aufgabe 7 ist in meinem Exemplar leider ein Blatt herausgerissen. Das vierte Buch, S. 142—162, handelt von den umbeschriebenen Figuren in 10 Aufgaben, das fünfte Buch, S. 163—185, endlich von den proportionirten Linien in 12 Aufgaben. Die zwölfte Aufgabe fehlt in der sogenannten Berner Ausgabe. Die mehr als 80 Kupfertafeln haben alle in ihrem obern Theil die geometrische Figur, im untern weisen sie, in der feinsten Ausführung, prächtige Landschaftsbilder oder architektonische Ansichten oder Scenen aus dem Kriegsleben auf, eine Darstellungsweise, die ich sonst noch niemals getroffen habe und die man sich nur dadurch erklären kann, dass eben in Leclerc der Mathematiker und der Maler sich vereinigten. So stellt sich das Werk Leclerc's als ein ausserordentlich originelles,

werthvolles und offenbar lange Zeit im Gebrauch befindliches dar, das, von den Zeitgenossen sicher sehr gewürdigt, uns heutzutage noch als ein mathematisches Bijou und Unikum vorkommen muss.

Nun ist auch sofort klar, dass ein solches Werk, das sich als überaus brauchbar erwiesen hatte, sofort nachgedruckt wurde und zwar natürlich von den Niederländern, die ja bekanntlich in der frechsten Weise litterarische Freibeuterei trieben und jedes irgendwie brauchbare Opus nachdruckten. Auch wieder durch Zufall, gelangte ich in den Besitz eines lateinischen Nachdrucks des Werkes von Leclerc, betitelt:

«Nova Geometria practica super charta et solo. Libellus in «quo nova traditur Methodus, cujus ope facilis sit ac brevis, ad summa, «hujusce Scientiae fastigia, cursus. Amstelodami Apud *Georgium Gallet* «1692». Mein Exemplar gehörte einem *Abbé Collein.* Zuerst folgt die lateinische Widmung an den *Marquis de Seignelay,* ohne Unterschrift und hierauf alles in gleicher Weise, nur lateinisch, wie beim Original. Die Kupfertafeln sind ziemlich getreu nachgezeichnet und sicher neu gestochen worden, was an ausserordentlich vielen kleinen Details constatirt werden kann. Auf Seite 155 und 157 ist dem Drucker eine Verwechslung der Kupferplatten passirt. Das königliche französische Privilegium ist begreiflicherweise nicht mehr abgedruckt worden; sonst stimmt alles genau, nur lateinisch, mit dem französischen Original. Was nun endlich *die dritte Ausgabe,* die *sogenannte Berner Ausgabe* anbetrifft, so ist, da sie textlich in deutscher und französischer Sprache mit dem Original von Leclerc übereinstimmt, und auch die Figuren, wenn auch mit neugestochenen Platten gedruckt, in Idee nnd Anordnung übereinstimmen, vorerst klar bewiesen, dass die Angabe, Ozanam sei der Verfasser, falsch ist. Von den 83 Kupfertafeln zeigt einzig die Tafel auf S. 185 eine Abweichung gegen die Ausgabe von 1682 und 1692; ferner ist die zwölfte Aufgabe des fünften Buches mit einer Tafel auf S. 187 (Ausgabe 1682) in der Berner Ausgabe weggelassen. Sonst findet vollständige materielle Uebereinstimmung statt. Nun muss in der sogenannten Berner Ausgabe jedermann sich die Beobachtung aufdrängen, dass in den Vignetten, welche die geometrischen Figuren zieren, auffallend viele Sujets aus Holland Verwendung finden, Windmühlen, Hafenanlagen, viele Wasserflächen, flache Ufer, so dass schon hieraus mit mathematischer Sicherheit geschlossen werden kann, dass die Tafeln alle in Holland verfertigt worden sind. Auch der Satz des Textes ist zu fein, als dass er in Bern, in dieser Weise, hätte gemacht werden können. Bedenken wir andrerseits, wie ein steter Rapport zwischen Bern und Holland von 1680 an sich gebildet hat, der bis in unser Jahrhundert, ja bis in unsere Zeit hinein dauert, wie ausserordentlich viele bernische junge Männer der bessern Familien in holländischen Kriegsdienst traten und wie sowohl Holland als Bern ein Interesse hatten, diese jungen Offiziersaspiranten mit guten mathematischen Kenntnissen zu versehen, so drängt sich uns gebieterisch der Schluss auf, auch hier, bei der Ausgabe von 1699, sei die Angabe «A Berne, Dans l'imprimerie de Leurs Excellences Par André Huguenet» eine fingirte. Die sogenannte Berner Ausgabe wäre demnach auch ein holländischer Nachdruck, speziell verfertigt für die bernische Jungmannschaft, die sich dem holländischen Kriegsdienst

widmen wollte. Es ist ausserordentlich verdächtig, dass dieses gewiss werthvolle Werk in keinen Bernischen Regierungsakten erwähnt wird, während doch jede, noch so unbedeutende, Druckschrift der Censur unterlag; auch fehlt der Berner Ausgabe das obrigkeitliche Privilegium, und so steht es für uns fest, dass nicht nur die Angabe des Verfassers, sondern auch diejenige des Druckers und Druckorts fälschliche sind. Ozanam war damals ein bekannter mathematischer Schriftsteller von Ruf, mit dem man imponiren konnte. Die Berner Ausgabe sollte demnach betitelt sein: *Feldmesskunst oder Géométrie pratique von S. Leclerc, gedruckt in Amsterdam 1699,* und damit glaube ich die Entstehung dieses mathematischen Werkes erschöpfend beleuchtet zu haben.

21. Als Ergänzung zu Graf III$_2$, S. 165, wo über das Panorama von J. B. Micheli du Crest gesprochen wird, diene folgendes:

Bei Anlass der geographischen Ausstellung in Bern, 1891, sandte die Bürgerbibliothek Luzern 21 zum Theil colorirte Skizzen des Generalmajors F. L. v. Pfyffer ein, welche derselbe zu seinen Studien bei der Verfertigung des bekannten Reliefs angelegt hatte. Darunter fand sich auch ein handschriftliches Originalpanorama von J. B. Micheli, das die Bergansicht, von Aarburg aus, vom Urirothstock bis zur Jungfrau gibt. Das Nähere über dasselbe, wie auch ein Facsimile findet sich im Jahrbuch des S. A. C. pro 1892. — Anschliessend daran füge ich noch bei, dass Hr. Dr. K. Geiser im Berner Taschenbuch 1892, S. 98, das Urtheil über J. B. Micheli du Crest, wie es im Manifest enthalten war, publizirt. Graf III$_2$, S. 141—142 findet sich das Urtheil französisch; dasselbe ist vom 20. August 1749 datirt, während das deutsche Original vom Tag des Spruches, dem 18. August, datirt ist.

22. Ueber das Gurnigelbad finden sich im Rathsmanual folgende Notizen:

Rathsmanual 30. April 1580. Beydt buwherren sollendt sich in Gurnigel in Peter Riboz weydt verfügen und den brunnen, so Daniel Bäller und Niklaus Küng mit düncklen an kumliche Orth zu einem badt ze leyten, begärend, ze besichtigen.

Rathsmanual 13. Mai 1580. Hans Nussboum ist abgewiesen ime ze vergünstigen, das bad, so in Ryboz weid ist im Gurnigel abzegleitten und ze fhüren untzit uff die äbny und daselbst ein badhus zu buwen.

23. Herr Professor *Dr. Blösch* demonstrirte in einer Sitzung der geographischen Gesellschaft in Bern eine Ausgabe von Ptolemäus, worin besonders eine von Hand gemalte Tabula Galliæ-Belgicæ auffiel. Diese Tafel beschlägt zum grössten Theil die Schweiz und ist merkwürdigerweise in üblicher Manier orientirt. Eigenthümlich ist ein Gebirgszug quer über die Ebene nördlich vom Genfersee (Lacus Genebre) von den Alpen bis zum Jura. Der Herausgeber dieser äusserst seltenen Ausgabe des Ptolomäus mit 32 von Hand gemalten Karten ist der Benediktinermönch *Nicolaus Donis, Germanus,* zu Reichenbach, der sein Werk Pabst *Paul II.* widmete. Gedruckt wurde der Text zu Ulm von *Leonhard Wohl* am 16. Juni 1482.

24. Es ist merkwürdig, wie der Zufall oft einem seltene Objekte in die Hände spielt. Durch Vermittlung des Herrn Sekundarlehrer *Kesselring* in Bern erhielt ich ein Blatt, betitelt:

„Nouuelle Description du Pais de Souysse“, Dimensionen $^{25}/_{33}$ cm. Auf der Rückseite steht: «En ceste table est paint le pais mon-«tueux et aspre de Souysse cogneu auiourd'hui de tout le mõde, selon «toute sa situation et ses limites. Nous te le presentõs tel qu'il est «auiourdhuy en y cõprenant les Grisons, Basle, Sion, avec la forest «noyre ou Hercinia dont les bornes qui sont vers le Rhein sont appellez «de Ptolomée le desert des Heluetiẽs. Or il semble qu'au temps «de Ptolomée les Heluetiẽs ont occupé le riuage du Rhein, tant d'un «coste que d'autre, attẽdu que Cesar au premier liure de la guerre «des Heluetiens y cõte les Tullinges et Latobriges auec les Rauraques «et Heluetiẽs, cest a dire ceux de Basle et de Souysse. Auiourdhuy «le Rhein separe la Souysse, cest a dire les ligues des seigneuries «circonuoisines depuis les Grisons iusques a Basle vers orient et en «partie vers septentrion. Du coste d'occident, elle a la Bourgoigne «et la Sauoye.»

Dass das Blatt die 7. Tafel von *Sebastian Münsters* Cosmographie sei, war mir bald klar. Es stimmt in allen Theilen mit der entsprechenden Tafel einer deutschen Ausgabe überein und muss, die Ueberschrift ausgenommen, mit der gleichen Platte gedruckt sein. Sodann schien das Blatt zu einer französischen Ausgabe von Münsters Cosmographie zu gehören; es fragte sich nur, zu welcher. Ich wandte mich an den leider nun verstorbenen Herrn Oberbibliothekar *Dr. L. Sieber* in Basel um gefällige Auskunft. Er schrieb mir am 14. Februar 1891:

«Von Münsters Cosmographie gibt es, wie aus *Brunet, Grässe* «und andern Bibliographien zu ersehen, nur zwei französische Aus-«gaben; eine eigentliche Uebersetzung, Basel, *Heinr. Petri* 1552 fol. «(hier nicht vorhanden) und eine Bearbeitung und Erweiterung von «*Fr. de Belle-Forest* (in den Katalogen oft unter diesem zu finden) «Paris 1575, 2 Bd. fol. Diese Ausgabe besitzen wir; die Landkarten «sind darin nicht wiederholt, offenbar, weil sie als veraltet betrachtet «wurden; wohl aber begegnet man den Städteansichten der spätern «deutschen und lateinischen Editionen. Da Ihre Karte in der Aus-«gabe von 1575 sich nicht findet, *so muss sie nothwendigerweise der «Ausgabe von 1552 entstammen,* die, wie ausdrücklich bemerkt wird, «mit der lateinischen Ausgabe von 1550 übereinstimmte und die in «dieser enthaltenen Tafeln wiederholte.»

Soweit Herr Dr. Sieber. Da die französische Ausgabe von Münsters Cosmographie von 1552 in Basel und Bern, vielleicht in der Schweiz überhaupt nicht vorhanden ist, so folgt, dass das Blatt *eine grosse Seltenheit* ist. Ich habe selbstverständlich nachgespürt, woher das Blatt gekommen sein könnte, um eventuell noch weitere Spuren der französischen Edition von 1552 zu finden, leider waren aber meine Bemühungen erfolglos.

Inhalts-Verzeichniss.

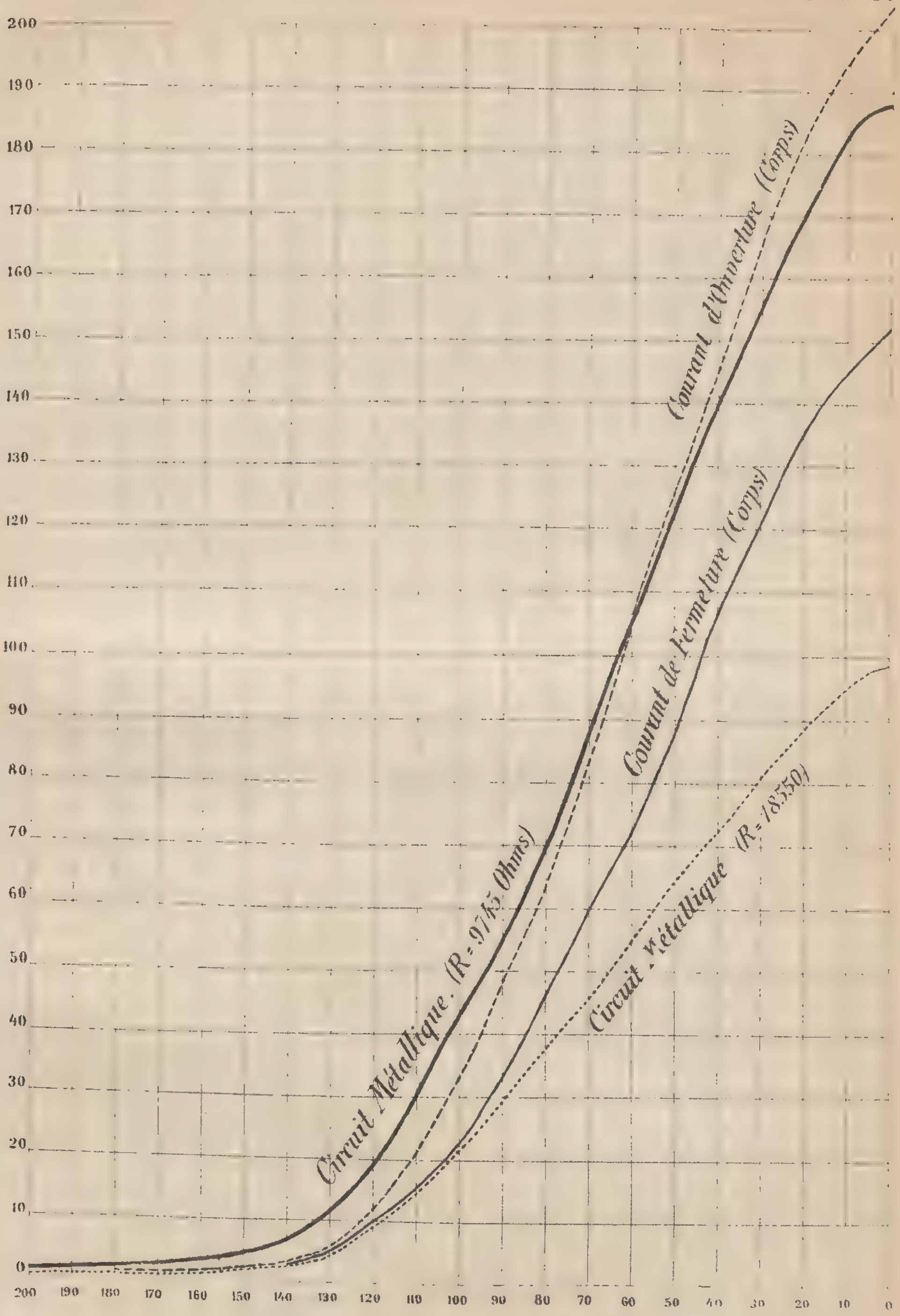
	Seite der Sitzungsberichte	Seite der Abhandlungen
Jahresbericht	III	
Sitzungsberichte	III-XXXVI	
Mitgliederverzeichniss	XXXII	
Jahresrechnung pro 1890	XXXVII	
Anderegg, E., Dr. phil.		
Ueber den Generationswechsel bei Gallwespen und Fichtenläusen	XVII	
Baltzer, A., Dr. Professor		
Geologisches		83
I. Beiträge zur Interglacialzeit auf der Südseite der Alpen	XV	83
II. Der Löss des st. gallischen Rheinthals (mit zwei Holzschnitten)	XV	89
III. Zur Herkunft der bernischen bunten Nagelfluh	XV	91
Ueber mechanische Gesteinsveränderungen	XVIII	
Benteli, A., Rector und Docent		
Ueber einen Vorzug der Formen von stetiger Krümmung	XIV	
Trauerrede zu Ehren des H. J. R. Koch sel. gewesener Gymnasiallehrer und Oberbibliothekar der bern. und schweiz. naturf. Gesellschaft	XXII	
Brückner, E., Dr. Professor		
Ueber Schwankungen des Meeresspiegels und Bewegungen der Continente	XV	
Ueber die Entstehung der Cyclonen und Anticyclonen	XVII	
v. Büren-v. Salis E., Banquier,		
Demonstration einiger seltener Aberrationen bei Schmetterlingen	XIV	
Demonstration v. Ostindischen Schmetterlingen	XX	
Coaz, J., Eidg. Oberforstinspektor		
Ueber Coniferen	XIV	
Ueber sog. Einklemmungen von Zapfen der Bergkiefer	XX	
Fankhauser, J., Gymnasiallehrer und Docent		
Demonstration von verkieselten Palmacites aus der Gegend von Trub, von Petrefakten vom Belpberg, von Murmelthierresten aus der Moräne von Gümligen und Ostermundigen	VII	

	Seite der Sitzungs-berichte	Seite der Abhand-lungen
v. *Fellenberg, E.,* Dr. phil. Bergingenieur		
Mittheilungen über den Bericht der paläontol. Sammlungen des naturhistorischen Museums in Bern	XV	
Demonstration von Silexbildungen aus den schweiz. Pfahlbauten	XXI	
Erklärung		102
Fischer, E., Dr. phil. und Docent		
Ueber einige eigenthümliche knollenförmige Pilzbildungen	XII	
Ueber die sogenannten Sklerotien-Krankheiten der Heidelbeere, Preisselbeere und der Alpenrose	XV	
Fischer, L., Dr. Professor		
Demonstration von Welwitschia mirabilis	VI	
Demonstration einer Photographie der Welwitschia mirabilis an ihrem natürlichen Standort	XV	
Demonstration v. Photographien des californ. Mammuthbaums	XVII	
Frey, H., Dr. phil. Gymnasiallehrer		
Ueber den Höhlenfund von Büsserach	VI	
Graf, J. H., Dr. Professor		
Das Vermächtniss des Hrn. J. R. Koch sel. zu Gunsten der bern. Naturforsch. Gesellschaft	XXVI	
Verzeichniss der von Hrn. J. R. Koch sel. der Bibliothek der bern. Naturforsch. Gesellschaft geschenkten Werke	XXVI	
Betrachtung einer Funktion mit Rücksicht auf das Dirichlet'sche Prinzip (mit Tafel)		95
Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften der Schweiz		104
de Guerne, J.,		
Exploration du Forno de Graciosa (Açores)		93
Guillebeau, A., Dr. Professor		
Ueber fadenziehende Milch	XVIII	
Huber, G., Dr. phil., Professor		
Forschungen aus dem Gebiete der Spectralanalyse	VI	1
Ueber conforme Abbildung eines Kreises auf das Innere einer Epicycloide (Vier Tafeln)	X	42
Kronecker, L., Dr. Professor		
Ueber die Oekonomie menschlicher Leistung	X	
Moser, Ch., Dr. phil. und Docent		
Ueber die Coincidenz von Ostern und Frühling im Laufe des zwanzigsten Jahrhunderts	XIV	
Rollier, L.		
Ueber die Oxfordstufe von Brienz verglichen mit derjenigen des Jura	VII	
Bericht über die paläontologischen Sammlungen des Naturhistorischen Museums in Bern		56

	Seite der Sitzungsberichte	Seite der Abhandlungen
Rossel, A., Dr., Professor Ueber das chemische periodische Gesetz nach Mendelijeff	VI	
Rüfli, J., Sekundarlehrer Zu Moussons Verdienst um das Microphon . .	XI	
Schaffer, F., Dr., Kantonschemiker Ueber Bierpressionen	XV	
Schwab, S., Dr. med. Demonstration eines Exemplars Mistel auf Weisstanne	XVII	
Studer, Th., Dr. Professor Ueber die Schneckenfauna der Dünen . . .	VII	
Ueber eine neue Corallengattung Schizophytum .	X	
Mittheilung der Untersuchung über die Corallen der Hirondelle-Expedition	XV	
Ueber zoologische Studien vom Bielersee . .	XXI	
Thiessing, A., Dr. phil., Demonstration von Silexbildungen aus dem Jura und aus der engl. Kreide	XVII	
Tschirch, A., Dr. phil. Professor Ueber die Serch Krankheit des Zuckerrohrs .	VI	
Demonstration der pflanzenphysiologischen Wandtafeln von Tschirch und Frank	VI	
Ueber die Flora des indo-malayischen Archipels	XIII	

Divisions galvanométriques.

Pl. 3.



20.1.6

123
Aug. 6, 1889.

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1888.

Nr. 1195 — 1214.

Redaktion: Dr. phil. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1889.

123.

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1889.

Nr. 1215 — 1243.

Redaktion: Dr. phil. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1890.

3

123.

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1890.

Nr. 1244 — 1264.

Redaction: Prof. Dr. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1891.

123.

Mittheilungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1891.

Nr. 1265 - 1278.

Redaction: Prof. Dr. J. H. Graf.

BERN.
Druck und Verlag von K. J. Wyss.
1892.

3 2044 106 306 368